

Die Ermüdung.

Von

A. Mosso
Professor der Physiologie an der Universität Turin.

Aus dem Italienischen übersetzt

von

J. Glinzer.

Deutsche Original-Ausgabe.

Mit 30 Holzschnitten.



Leipzig
Verlag von S. Hirzel.
1892.

Meinem Freunde

Herrn Professor Dr. Hugo Kronecker

mit der Dankbarkeit eines Schülers

gewidmet.

Mein Freund Professor Dr. Max v. Frey in Leipzig ist so freundlich gewesen, die Druckbogen der Uebersetzung dieses Buches einer gefälligen Durchsicht zu unterziehen. Ich fühle mich deshalb verpflichtet, ihm hierfür öffentlich meine Dankbarkeit auszudrücken. Auch Fräulein J. Glinzer in Cassel, welche die Uebersetzung meines vorliegenden Buches freundlich übernommen hat, sage ich Dank und sende Beiden meine herzlichen Grüße.

Stresa, 15. October 1891.

A. Mosso.

Inhaltsverzeichniß.

Kapitel VI.

Die Kontraktur und die Muskelstarre.

Kapitel VII.

Das Gesetz der Erschöpfung.

Kapitel X.

Die Vorlesungen und die Examina.

Kapitel XI.

Die Methoden der intellektuellen Arbeit.

Kapitel XII.

Die Ueberbürdung.

Erstes Kapitel.

Von den Wanderungen der Vögel und den Brieftauben.

I.

Ich war in Rom zu Ende des März. Als man mir sagte, daß der Zug der Wachteln begonnen habe, ging ich zur Meeresküste, um zu sehen, ob jene Vögel, die von Afrika herüberkommen, Müdigkeit zeigen. Ich blieb in Palo. Frühzeitig am andern Morgen — es war noch ganz dunkel — nahm ich die Flinte und ging längs des Meeres in der Richtung nach Fiumicino. Hier und da sah ich am Strande Feuer, die die Jäger angezündet hatten, um die zur Nachtzeit ankommenden Wachteln anzulocken. Kaum graute der Tag, so hörte man auch schon Flintenschüsse nah und fern. Die Wachteln schwirrten zu vier und fünf in größter Schnelligkeit ganz nahe an mir vorüber, und ich näherte mich ihnen möglichst, sobald sie die Erde berührten. Sie saßen zusammengekauert und ließen mich bis auf wenige Schritte heran kommen, dann flohen sie, laufend, mit großer Geschwindigkeit. Man sagt, daß sich die Wachteln zuweilen mit Händen greifen lassen; ich habe dies nicht erlebt, und auch keiner der Jäger, die ich sprach, konnte es mir aus eigner Erfahrung bestätigen.

Ein herrlicher Morgen war heraufgezogen; ein frischer Wind wehte kräftig meerwärts. Die Wachtelschwärme wurden

dichter trotz der entgegenströmenden Luft, und mir schien, als hätte ich sie nie so schnell fliegen sehen. Ich traf einen Landmann und begleitete ihn ein Stück Weges längs der Einzäunungen, wie sie in der römischen Campagna gebräuchlich sind, um die Besitzungen einzuhegen. Er sagte mir, daß er zur Zeit des Durchzuges der Wachteln täglich einen solchen Gang mache, um die todten Vögel aufzulesen, und daß er solche vornehmlich längs der Lattenzäune, unter Telegraphenstangen und an Mauern fände.

Die armen Thiere, die wegen der unmäßigen Eile, mit der sie vom Meere herkommen, entweder die Bäume nicht sehen, oder nicht mehr die Kraft haben darüber hinwegzufliegen, finden den Tod, indem sie mit voller Wucht an Stämme oder Aeste anstoßen. Um zu sehen, wie viele auf diese Weise umkommen, ging ich mit dem Bauer zu einem mittelalterlichen Thurme, der sich nicht weit vom Meeresstrand, umgeben von einigen Bäumen, erhebt. „Das ist einer der Plätze, wo die meisten liegen", sagte der Mann, auf den Thurm deutend. Wir fanden in der That drei im Graben: zwei derselben waren bereits starr, die dritte noch warm. Als ich unter die Brustfedern blies, bemerkte ich, daß die Thiere keineswegs mager waren; sie hatten noch eine Fettschicht unter der Haut, und die Brustmuskeln waren gut erhalten.

Diese armen Geschöpfe sind so ermüdet von der Reise, daß sie nur noch Kraft zum Fliegen haben. Wenn sie vom Meere aus endlich die dunkle Linie des Landes erscheinen sehen, werden sie von den weißschimmernden Punkten, den Häusern, derart angezogen, daß sie, fast ohne es gewahr zu werden, in deren Nähe kommen, so groß ist ihre Begierde und die Schnelle ihres Fluges. Ich werde später erklären, wie durch die übermäßige Anstrengung der Muskeln und durch die gänzliche Ermüdung eine Blutleere im Gehirn entsteht, die

auf die Sehkraft schwächend einwirkt. Ich traf mehrere Personen vor einem Hause, welche mir mittheilten, daß die Mehrzahl der Wachteln mit den Köpfen gegen den Mauerkranz jenes Gebäudes pralle, weil die Thierchen nicht mehr die Kraft besäßen, noch einen Meter höher zu fliegen und sich so über das Dach zu schwingen.

Die Wachtel legt etwa 17 Meter in der Sekunde und einundsechzig Kilometer in der Stunde zurück; das ist die gewöhnliche Schnelligkeit eines Bahnzuges.

Die Reise von Afrika nach Italien ist leichter als sie scheint, weil man schon mit bloßen Augen von Afrika aus die Küsten Siciliens sieht. Die Entfernung vom Cap Bon nach Marsala beträgt 135 Kilometer. Eine Wachtel, mit der Geschwindigkeit von 1030 Meter in der Minute, braucht hierzu 2 Stunden 11 Minuten. Die Entfernung vom Cap Bon nach Rom beläuft sich auf 549 Kilometer, und eine Wachtel würde, ohne einen Umweg zu machen, hierzu 9 Stunden brauchen. Daraus erhellt, daß die Vögel keineswegs abgemagert zu sein brauchen, ja daß einige bei der Ankunft nach so kurzer Fahrt sogar wohlbeleibt sein können.

Ein Landmann erzählte mir, daß er versucht habe, die Körner zu säen, die er im Kropfe der Wachteln gefunden habe, und daß er zu seiner Freude jedes Jahr fremde Pflanzen aufkeimen sähe, die, zur Blüthe gebracht, ihm afrikanische Blumen lieferten.

Die Wachtel ist wenig gesellig und lebt die längste Zeit ihres Lebens allein; nicht einmal zur Zeit der Paarung zeigt sie Familiensinn, weil das Männchen die Gattin verläßt, sobald sie zu brüten anfängt. Sie reisen nicht in Schwärmen wie die Schwalben oder die Enten; eine jede macht sich allein auf den Weg, ohne sich um die andern zu kümmern. Wenn heftiger Wind ihre Fahrt hemmt, so kämpfen sie, so lange ihre Kraft vorhält; dann überlassen sie

sich der Strömung und fallen schließlich bewußtlos auf Klippen oder auf die Verdecke der ihnen begegnenden Schiffe. Diese Widerwärtigkeiten, sagt Brehm, machen die Wachteln so furchtsam und verwirrt, daß sie noch tagelang, nachdem längst gute Winde den Stürmen gefolgt sind, unbeweglich auf demselben Platze bleiben, ehe sie ihre Reise fortsetzen. Wenn kein Unwetter sie überrascht, überfliegen die Wachteln ohne Ermüdung das Mittelländische Meer, und es ereignet sich wohl, daß der Jäger das sonst ergiebige Sammelfeld leer findet, weil der zuletzt ankommende Schwarm bereits weitergezogen ist, während die andern unterwegs durch schlechtes Wetter verschlagen worden sind.

Ich habe nie eine Wachtel gesehen, die sofort nach ihrer Ankunft auf einen der nächsten Hügel geflogen wäre. Brehm*) beschreibt die Ankunft dieser Vögel folgendermaßen: „Wenn man an irgend einem Punkte der nordafrikanischen Küste auf die Wachteln achtet, ist man nicht selten Zeuge ihrer Ankunft. Man gewahrt eine dunkele, niedrig über dem Wasser schwebende Wolke, welche sich rasch nähert und dabei mehr und mehr sich herabsenkt. Unmittelbar am Rande der äußersten Fluthwelle stürzt sich die todtmüde Masse zum Boden herab. Hier liegen die armen Geschöpfe anfangs mehrere Minuten lang wie betäubt, unfähig fast, sich zu rühren. Aber dieser Zustand geht rasch vorüber. Es beginnt sich zu regen; eine der Angekommenen macht den Anfang, und bald huscht und rennt es eilfertig über den nackten Sand, günstigeren Versteckplätzen zu. Es währt geraume Zeit, bis eine Wachtel sich wieder entschließt, die erschöpften Brustmuskeln von neuem anzustrengen; in der Regel sucht Jede jetzt ihr Heil im Laufen; während der ersten Tage nach ihrer Ankunft erhebt sie sich gewiß nicht ohne die dringendste Noth. Für mich unterliegt

*) A. E. Brehm, Thierleben, 4. Band (Vögel), S. 424.

es sogar keinem Zweifel, daß die Reise von dem Augenblicke an, wo die Schar wieder festes Land unter sich hat, zum größten Theile laufend fortgesetzt wird."

De Filippi erzählt, daß er Tauben mit ausgebreiteten Flügeln sich auf den Wellen hat ausruhen sehen, was bei diesen Vögeln ein Zeichen unüberwindlicher Müdigkeit ist. Brehm berichtet, er habe von glaubwürdigen Seeleuten gehört, daß auch die Wachtel bei außergewöhnlicher Ermüdung sich auf den Wellen niederläßt, einige Zeit dort ruht und dann wieder auf- und weiterfliegt. Irgendwo habe ich gelesen, daß Reisende auf hoher See Vögeln begegneten, und zwar den kräftigsten Luftseglern, die auf ihrem Rücken kleinere trugen, welche sich auf diese Weise vor der Verzweiflung des Unterganges retteten.

Ein sehr altes Beispiel von der Ermüdung der Wachteln finden wir in der Bibel, den Bericht, wie die Israeliten in der Wüste sich von Wachteln nährten. Die Leichtigkeit, mit der sie sich fangen ließen, zeigt, wie matt sie von der Reise waren.

Es giebt Vögel, welche im Frühjahr über 15000 Kilometer zurücklegen, um von Südafrika, Polynesien und Australien nach den Polargegenden auszuwandern, und die im Herbst rückwärts den gleichen Weg nehmen, um in ihr Winterquartier heimzukehren. Die Steinschwalbe macht jedes Jahr die Reise hin und zurück vom Cap der guten Hoffnung nach dem Nordcap.

Wir sehen zwar jedes Jahr von neuem die Wanderungen der Kraniche und Störche, aber noch immer entzieht sich unserer Kenntniß, wie sie sich zurechtfinden zwischen den Bergen und auf dem Meere; wie sie, von Afrika kommend, ihre alten Heimstätten, gleich den Schwalben, wiederfinden; wie der Instinkt, der alle diese Thiere leitet, sich entwickelt hat.

In den letzten Jahren sind sehr schätzenswerthe Bücher über diesen Gegenstand veröffentlicht worden.*)

Wenn die Ornithologen unserer Zeit die Vögel, die auf die Wanderschaft gehen, behandeln, so begnügen sie sich nicht mehr, von „wunderbarem" Instinkt zu sprechen, denn auch hierüber hat man eingehende Studien gemacht. Palmén beweist, daß die ältesten und stärksten der Gattung die Wanderzüge anführen, und daß der größte Theil der Verirrten oder Nachzügler entweder Vögel von der letzten Brut oder Weibchen sind, welche zurückbleiben oder abseits fliegen, um die Jungen zu suchen. In seltenen Fällen weichen ausgewachsene Thiere vom rechten Wege ab, es müßte sie denn ein Sturm dazu zwingen.

Palmén hat eine Karte mit den Zugstraßen der Vögel veröffentlicht. Die Meilensteine dieser Straßen sind gewisse Punkte, wo die Vögel ausruhen können, und wo sie ausreichende Nahrung finden. Palmén weist auch darauf hin, wie irrig die Annahme sei, die Jungen entschlüpften dem Ei mit der Kenntniß der Straßen.

Der Naturtrieb, der den Vögeln innewohnt, bedarf der Erziehung. Sobald sie aus dem Ei kriechen, lernen sie den Raum, der sie umgiebt, kennen, dann entfernen sie sich, um Nahrung zu suchen, und der Eifer des Fluges treibt sie so weit, als ihr Gedächtniß reicht. So entwickelt sich schnell in ihnen der Orts- und Orientirungssinn.

Bei Beginn des Herbstes schwingen sie sich kühn nach den südlichen Ländern; und wenn ein in demselben Jahre geborener Vogel so unruhig ist, daß er den Fortzug der Eltern nicht abwartet, so kann es wohl vorkommen, daß er sein Ziel auf selbstgesuchter Straße erreicht, in den meisten

*) J. A. Palmén, Ueber die Zugstraßen der Vögel. Leipzig, 1876. — Weismann, Ueber das Wandern der Vögel. Berlin, 1878. — Seebohm, The geographical distribution of the Charadriidae.

Fällen aber wird er zu Grunde gehen. Deshalb wandern die Vögel gewöhnlich in Schwärmen oder großen Vereinigungen aus, und die Jungen lernen so von den Alten die Zufälligkeiten der Landungsplätze, die Berge, Flüsse und Thäler kennen, welche die Hauptstraßen auf ihrer Reiselinie sind.

II.

Um die Anzeichen der Ermüdung und die Veränderung, die eine lange Reise im Organismus der Vögel hervorbringt, besser studiren zu können, habe ich in meinem Laboratorium eine Brieftaubenstation eingerichtet. Der Kriegsminister war mir dabei behülflich, indem er mir die nöthigen Tauben schenkte, und ich nehme hiermit gern Gelegenheit, der Regierung sowohl hierfür, wie auch für die Hülfe, die sie mir, um die Märsche der Soldaten zu studiren, freundlich gewährte, meinen Dank abzustatten. Die Tauben werden niemals gute Flieger, wenn sie nicht im Anfang abgerichtet werden; erst im dritten Uebungsjahre erreichen sie die höchste Kraft und Geschicklichkeit; auch der Orientirungssinn ist dann am stärksten. Eine Taube kann 12 Jahre lang Reisen machen, aber bereits nach dem sechsten Jahre fängt sie an, im Fluge zu erlahmen. Ueber die Brieftauben sind schon viele Bände geschrieben worden; ich brauche nur die Werke von Lenzen, Schumann, Chapuis, Puy de Podio, Gigot und Malagoli zu erwähnen. In Belgien giebt es nicht weniger als drei Zeitschriften für Brieftaubenzüchter.

Gegründet wurde mein Taubenschlag im Jahre 1885 mit 50 jungen Tauben, welche die Stube, wo sie geboren waren, noch nicht verlassen hatten. Sie waren mir aus dem militärischen Taubenhaus in Alessandria zugeschickt worden; es war belgische Race, die beste, was Stärke des Instinkts, sowie Kraft und Schnelligkeit des Fluges betrifft.

Bei der Zucht der Tauben genügt es, **ein** Ziel im Auge zu behalten, nämlich sie glücklich in ihrem Heim zu machen. Je mehr man darauf bedacht ist, ihnen ein ungestörtes Leben zu verschaffen, das begehrteste Lieblingsfutter zu reichen und alle Bequemlichkeiten und Annehmlichkeiten, die sie im Taubenschlage lieben, einzurichten, um so lieber werden sie in ihr Heim zurückkehren, wenn sie auf die Reise geschickt werden. Der Instinkt, welcher sie leitet, ist eine Art Heimweh und die Gewißheit, daß sie sich nirgendwo anders so wohl fühlen wie zu Hause.

Um sie zum ersten Male auszuschicken, wähle man einen Regentag, oder man öffne das Fenster gegen Abend und nöthige die Tauben, sich auf das Fensterbrett oder auf die nahen Dächer zu begeben. Bei diesem ersten Ausgang sind sie scheu und sehen sich mißtrauisch um. Sie recken den Hals und scheinen ihre Umgebung zu mustern. Manche schwingen sich furchtsam auf die nächsten Dächer, kehren aber bald in ihre Dachstube zurück. Macht man diesen Versuch zum zweiten Male, so wird man finden, daß eine oder die andere der klügeren Tauben sich in der Luft wiegt und Bogen beschreibt, einem Kinde vergleichbar, welches das Bedürfniß hat zu laufen und zu spielen. Um sie daran zu gewöhnen, ihr Haus von weitem zu erkennen, ließ ich sie in einem verschlossenen Korbe auf einen Platz bringen, der 1 Kilometer vom Laboratorium entfernt ist. Frei gelassen, erhoben sie sich, beschrieben einen Bogen in der Luft und nahmen dann schnell die Richtung nach ihrem Schlage. An einem spätern Tage brachten wir sie nach Moncalieri, dann nach Asti, dann nach Alessandria, und auf diese Weise gewöhnten wir sie in kurzer Zeit, ganz Oberitalien bis nach Bologna und Ancona zu durchfliegen. Wir hätten sie noch auf größere Entfernungen abrichten können, aber 500 Kilometer waren hinreichend für meine Versuche betreffs der Ermüdung. Außerdem ist es

nicht gerathen, sie allzu weit fortzutragen, weil sich bei jedem Rückfluge etliche unterwegs verirren.

In den ersten Jahren orientiren sich die Tauben schlecht. Ich führe hier meine Erfahrungen an.

Am 8. Juli 1890 brachten wir mit dem Frühzug um 5 Uhr morgens 10 Tauben, die im März geboren, demnach 4 Monate alt waren, nach Asti. Diese Tauben waren bis jetzt niemals gereist und kannten nur das Dach ihres Hauses und die der benachbarten Gebäude. Am Abend vorher hatten wir ihre Flügel roth gezeichnet, um sie von weitem erkennen zu können, und mit blau 10 andere ältere, die schon die Reise von Bologna nach Turin gemacht hatten.

Schlag 7 Uhr öffneten wir auf dem Bahnhof zu Asti die beiden Körbe. (Asti ist ungefähr 50 Kilometer von Turin entfernt.) Kaum aus den Körben befreit, nahmen die alten Tauben die Richtung nach der Stadt, welche sich ungefähr rechtwinklig zu der nach Turin verhält. Die jungen folgten ihnen, aber man merkte sogleich, daß sie zurückblieben. Sie beschrieben einen Bogen über der Stadt und verschwanden. Schon nach 1 Stunde 15 Min. waren 3 der älteren Tauben im Laboratorium angekommen; um 9 Uhr 20 Min. waren die abgerichteten sämmtlich zurück. Dagegen war um 12 Uhr noch keine der jungen Tauben angekommen, um 1 Uhr 10 Min. erschienen 2 zusammen, und später kam noch eine. Augenscheinlich waren sie sehr müde, denn nachdem sie sich niedergelassen, kauerten sie still auf dem Dache, während die alten, die denselben Weg zurückgelegt hatten, munter girrten und, ihren Flug fortsetzend, in weiten Kreisen sich herabsenkten.

Von 10 jüngern kamen also nur 3 zurück. Das beweist, daß ihr Instinkt nicht viel hilft, wenn sie nicht abgerichtet sind. Zudem würde es für sie nicht schwer gewesen sein, sich zurecht zu finden, wenn sie sich nur die Alpen und den

Hügel von Superga als Merkzeichen genommen hätten; beide Punkte sind von Asti aus sichtbar.

An einem andern Tage schickte ich 10 Tauben, die 4 Monate alt waren, nach Alessandria (90 Kilometer von Turin); von ihnen kam nicht eine einzige zurück, obgleich auch von Alessandria aus die Alpen in Form eines Amphitheaters, dessen Mittelpunkt Turin ist, zu sehen sind und es von hier aus für die geflügelten Boten nicht schwer gewesen wäre, eine so große Stadt zu unterscheiden.

Sobald jedoch die Thiere ausgewachsen sind, ist an ihnen ein Orientirungsinstinkt zu bemerken. Es ist nicht wahr, daß die Tauben nur für die Strecken, für welche sie abgerichtet sind, zu brauchen seien. Denn es sind Fälle bekannt, daß Tauben, die in Belgien gekauft und nach Italien, sowie nach Spanien und zwar in geschlossenen Körben verschickt wurden, sich aus den Händen ihrer Pfleger zu befreien wußten und den Weg nach der Heimath zurücknahmen. Ein Flug von 9 Tauben, die aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika über den Atlantischen Ocean gebracht worden waren, wurde 1886 von London aus frei gelassen. Drei derselben glückte es, über das Meer zu fliegen und nach Hause zu gelangen.

Die für das Militär abgerichteten Tauben vermitteln den Depeschenverkehr zwischen Rom und Sardinien in ungefähr 5 Stunden; sicher eines der glänzendsten Ergebnisse, das unsern Taubenschlägen mit denen des Auslandes zu konkurriren erlaubt.

Wahrhaft bewundernswerth ist der Muth, mit dem sich diese Thiere, ihrem Instinkte vertrauend, über die unabsehbare Meeresfläche wagen. Von Rom aus kann man Sardinien nicht sehen; die Entfernung zwischen Monte Mario und Monte Limbara beträgt 299 Kilometer. Um diesen Punkt unterscheiden zu können, müßte man sich bis auf

1510 Meter erheben.*) Die Tauben erheben sich aber nur bis zu der Höhe von 500—600 Meter, und wenn sie von Sardinien nach Rom ausfliegen, so überlassen sie sich ihrem Orientirungssinn, denn sie sehen vor sich nichts als den Meeresspiegel.

Legende und Geschichte erzählen viel von den Tauben; ihre Geschichte ist voller Poesie. Schon Babylonien und Jerusalem waren deswegen berühmt. In Rom war die Taube der Venus geweiht; sogar im christlichen Kultus galt sie als Sinnbild der Liebe. Wenn die Taube eine Gefährtin gewählt hat, so bleibt sie ihr das ganze Leben hindurch treu. Man giebt ihnen als Hochzeitsgabe einen Weidenkorb, der wie ein Helm oder eine große Birne geformt ist, in welchem sie dann wie im eignen Heim das idyllische Leben beginnen, von dem uns die Dichter erzählen.

Wenn ich die Thiere so in ihrem Neste sah, kamen mir oft die schönen Verse des Petronius, welche ich auf die Thür des Taubenhauses meines Laboratoriums geschrieben hatte, in den Sinn:

Militis in galea nidum fecere columbae:
Adparet Marti quam sit amica Venus.**)

Es ist ein wahres Entzücken, zu hören, wie sie gurren, zu sehen, wie sie sich bewegen, sich ducken und die Flügel ausbreiten, wie sie die Köpfe recken und sich schnäbeln. Sobald die Familiensorgen beginnen, brütet auch das Männchen von 10 Uhr morgens bis 4 Uhr nachmittags; das Weibchen die übrige Zeit. Nach Jahren noch findet man dasselbe Paar in demselben Neste. In meinem Schlage habe ich 40—50

---

*) Angaben über Entfernungen und Daten stammen aus dem Istituto geografico militare von Florenz.

**) Daß im Soldatenhelm die Tauben ihr Nest bauen, zeigt, wie befreundet Mars und Venus sind.

Familien in einem Raume. Jede hat ihre Nummer und ihr Haus in den Fächern längs der Wände; man braucht nicht zu fürchten, daß sie diese verließen oder ihre Wohnung verwechselten; ihre Liebe ist mächtig und unerschütterlich. Männchen sowohl wie Weibchen, falls sie von ihrem Nest, den Eiern oder den Jungen getrennt werden, fühlen das unüberwindliche Bedürfniß, zur Familie zurückzukehren. Es ist unglaublich, welcher Ermüdung, welcher Entbehrungen sie fähig sind, um ihr Heim wieder aufzusuchen, wenn man sie weit verschickt hat. Sie finden keine Ruhe, wenn sie sich verirrt haben, und weder Sturm noch Unwetter hält sie zurück. Man möchte sagen, daß sie blind geworden seien, weil sie keine Gefahr sehen, weil sie, von Liebe toll geworden, das eigene Leben preisgeben. Sie flattern über dem Meere, durchfliegen die Wolken, trotzen den Blitzen, eilen von Stadt zu Stadt, erschöpft, abgezehrt, zerzaust, immer nach ihrer Dachstube trachtend. Sie schwärmen über den Dächern, lassen sich auf Thürmen nieder, um Athem zu schöpfen, lesen auf den Feldern einige Körnchen zu ihrem Unterhalt auf und wenn sie endlich, vielleicht nach wochenlangem Umherirren in unermüdlichem Suchen, athemlos an ihrem Schlage ankommen, setzen sie sich auf ein benachbartes Dach und fallen, ihrem Fenster gegenüber, von Anstrengung und Entbehrungen geschwächt, von Müdigkeit überwältigt, nieder.

III.

Die Wachtel macht beim Fliegen ein eigenthümliches Geräusch: sie schwirrt. Alle Vögel, welche rasch ihre Flügel bewegen, erregen dasselbe Geräusch. Die Schwalben und die Tauben hingegen fliegen ohne Geräusch. Wer je einen Adler fliegen sah, vergißt nie seinen majestätischen und langsamen Flügelschlag. Im Allgemeinen kann man sagen, daß je kleiner

die Vögel, sie desto weniger geeignet zum Fluge sind; sie müssen eben durch die häufigere Wiederholung der Schläge das Mißverhältniß ausgleichen, welches zwischen dem Gewicht ihres Körpers und der Länge ihrer Flügel besteht.

Die Anatomie lehrt, daß der Flügel der Vögel unserm Arme sowohl, als den Vorderfüßen der Säugethiere entspricht. Die die Flügel bewegenden Muskeln bedecken die ganze vordere Partie des Rumpfes und haben eine feste Einfügung auf dem Brustbein, das außergewöhnlich entwickelt ist, indem hier die Fläche, auf welcher sich die Muskelfasern mittels eines die ganze Länge einnehmenden starken Kieles ansetzen, doppelt so groß ist. Unser großer Brustmuskel erstreckt sich vom Schlüsselbein über das Brustbein bis auf den Knorpel der sechsten Rippe, aber, obgleich er entwickelter ist als bei andern Thieren, im Vergleich mit den Vögeln ist er sehr klein; bei ihnen macht das Gewicht der beiden allein ein Sechstel des Körpergewichtes aus. Aber es kann dies nicht anders sein bei Thieren, welche sich in der Luft bewegen. Jedermann weiß, wie schwer es uns wird, auf feinem, trockenem Sande oder im Schnee zu gehen. Der Fuß sinkt bei jedem Schritte ein, und ein Theil der Muskelkraft wird dazu angewendet, einen Stützpunkt zu finden oder einen Druck auszuüben, damit der Körper sich weiter bewegen kann. Hieraus erhellt, wieviel größer die Schwierigkeit sein muß, sich in der Luft zu bewegen. Bei jedem Flügelschlag giebt die Luft nach; deshalb muß der Flügel breit sein und sich sehr schnell bewegen, um in der Luft einen Widerstand zu finden.

Je mehr nun aber die Schnelligkeit des Fluges zunimmt, um so rascher müssen sich in entgegengesetzter Richtung die Flügel bewegen, um an der Luft eine Stütze zu finden. Es ist erstaunlich, wie schnell die Vögel fliegen können.

Flying Childers, das berühmteste Rennpferd, das über-

haupt bekannt ist, legte 12 Meter 29 Centimeter in der Sekunde auf einer Strecke von etwa 5 Kilometer zurück. Die im Hippodrom in Paris erreichte größte Geschwindigkeit war 13 Meter 79 Centimeter auf 4 Kilometer. Man bedenke aber, daß selbst das beste Pferd eine derartige Geschwindigkeit nur 6 oder 7 Minuten aushält, und auch nur dann, wenn es lange Zeit vorher darauf dressirt ist. Die Tauben fliegen zweimal so schnell, sie erzielen 30 Meter in der Sekunde, auf größeren Reisen 60—70 Kilometer in der Stunde. Die Schwalbe legt 45 Meter in der Sekunde zurück, und man hat festgestellt, daß diese Vögel mehrere Tage in der Luft aushalten können, ohne zu ruhen. Schon im Alterthume war bekannt, daß je kleiner die Thiere, sie desto stärker sind. Der Physiologe Haller vergleicht in einer Abhandlung die Stärke der Londoner Packträger mit der des Pferdes und findet, daß der Mensch der Stärkere ist.

Plateau*) hat Versuche angestellt und berichtet, daß er ein Insekt sah, einen gewöhnlichen Käfer, der das 14fache Gewicht seines Körpers ziehen konnte; manche Insekten können sogar das 42fache ziehen; das Pferd höchstens das 2- oder 3fache. Nach Plateau ist sogar in einer Sippe von verwandten Arten das kleinste und leichteste Thier das stärkste. Das kommt nicht daher, weil die Insekten die verhältnißmäßig größten Muskeln haben, sondern weil diese eine größere Kraft besitzen. Eine Ameise z. B. trägt eine Last, die 23mal so schwer als ihr Körper ist.

Ich kann mich an diesem Orte nicht über die specifische Kraft der Muskeln und den Flugmechanismus verbreiten. Marey hat in seinem Buche „La machine animale“ den Gegenstand besprochen. Die Fortbewegung der Land- und Luftthiere ist darin mit solcher Meisterschaft behandelt, daß

*) Plateau, Comptes rendus, CV, 1155.

das Werk für allezeit ein unerreichbares Muster in der volksthümlichen Wissenschaft bleiben wird. Seine Studien über die Bewegung, die von ihm verfertigten graphischen Instrumente, die Anwendung der Momentphotographie zur Beobachtung der thierischen Bewegungen haben Epoche gemacht.

Bei keinem Thiere vollzieht sich die Muskelzusammenziehung so häufig und so schnell wie bei den Insekten. Wir werden den Unterschied gewahr, der zwischen der Art des Fliegens der verschiedenen Gattungen besteht, wenn sie dicht vor unserm Ohre summen. Die Schmetterlinge, die langsam mit den Flügeln schlagen, hört man nicht; auch Vögel giebt es, die in der Nacht auf Beute ausgehen und dann unhörbar fliegen.

Der Rhythmus der Flügelschläge ist eines der wichtigsten Momente beim Studium der Bewegung; daher haben die Physiologen ihre Aufmerksamkeit darauf gerichtet, zu erkunden, wieviele Male ein Muskel fähig ist, sich in der Sekunde zusammenzuziehen und zu erschlaffen. Der durchdringende Laut, den die Stechmücken verursachen, rührt von den Bewegungen ihrer Flügel her. Man hat festgestellt, wieviele Flügelschläge die Insekten machen, indem man die verschiedenen von ihnen hervorgebrachten Laute mit den Musiknoten verglich. So wissen wir, daß die Bienen den Laut a^1 oder 440 Schwingungen in der Sekunde summen. Sodann giebt es Unterschiede zwischen den Lauten der Männchen und Weibchen. Bei dem Bombus terrestris bringt das Männchen, welches klein ist, ein Summen in a hervor, während das größere Weibchen eine Octave höher summt.*)

Die Fliege summt in e^1, d. h. sie macht 335 Schwingungen in der Sekunde. Marey erhielt den sichtbaren Beweis hiervon. Jeder weiß, daß eine Fliege, die man an den Beinen fest-

*) Lubbock, Les sens et l'instinct chez les animaux. 1890, p. 68.

hält, mit den Flügeln schlägt. Marey näherte nun eine so gefesselte Fliege einem mit Rauch geschwärzten Cylinder, der äußerst schnell rotirte, und zwar derart, daß die Flügel den Cylinder berühren konnten. Auf diese Weise machte ein jeder Flügelschlag, indem er die schwarze Fläche streifte, ein kleines Merkzeichen. Eine Stimmgabel, welche dem Cylinder genähert wurde, ließ die Schnelligkeit erkennen, mit der das Papier sich drehte, und so war leicht festzustellen, daß eine Fliege in der Sekunde 330mal mit den Flügeln schlägt, ein Resultat, welches schon durch die akustischen Experimente bekannt war.

Die Bienen, die eingehender beobachtet sind, geben uns ein überzeugendes Beispiel, daß sie, wie der Mensch, je nach den Gefühlen, welche sie beherrschen, ihre Stimme ändern. Es ist ein schärferer Laut, den sie von sich geben, wenn sie gereizt und aufgestachelt umherfliegen. Die Honig suchende, über Blumen schwebende, ruhige Biene giebt einen tiefern Ton von sich, und wenn sie abends müde in den Stock zurückkehrt, schwingt sie noch tiefer; dann klingt es e^1 mit kaum 330 Schwingungen in der Sekunde. Auch wir kommen mit langsamen, schleppenden Schritten von einem langen Marsche nach Hause zurück.

IV.

Wie Tauben, von Verlangen angetrieben
Zum süßen Nest, mit weiten, sichern Flügeln
Vom Wunsch getragen, durch die Luft hineilen.
Div. commedia, Hölle V, 82.

So beschreibt Dante den Flug der Tauben, und ich habe oft während der langen Stunden, die ich in meinem Laboratorium zubrachte, an diese Verse denken müssen. Wie lange habe ich nicht in vielen Fällen auf dem Dache auf die Rückkehr der von weither abgeschickten Tauben warten müssen!

Mein Laboratorium befindet sich, wie die meisten der italienischen Universitäten, in den Baulichkeiten eines alten Klosters. Wenn nun Taubenflüge von Bologna oder Ancona aus stattfanden, schickte mir der Bahnhofsvorstand der betreffenden Stadt in demselben Augenblick, wo die Tauben freigelassen wurden, ein Telegramm. Nahte die voraussichtliche Ankunftszeit der Sendlinge, so bestieg ich allein oder mit meinen Assistenten einen Thurm, um mit dem Fernglas ihre Ankunft zu erwarten. Sie kamen mit solcher Geschwindigkeit, daß sie, man könnte fast sagen unversehens auf dem Dache waren. Und doch mußten sie müde sein, da sie 500 Kilometer von Ancona nach Turin durchflogen hatten. Ich erinnere mich, eine Taube sogleich nach ihrer Ankunft in die Hand genommen zu haben, um ihre Temperatur genau zu messen. Als ich sie dann wieder auf die Gallerie gesetzt hatte, flog sie zu mir zurück, sodann auf den Käfig, in welchem sich die andern befanden, dessen Thürchen ich öffnete, worauf sie hinein ging. Man kann die ermüdeten Tauben leicht aus den übrigen herausfinden; sie sitzen gekauert, sie flattern und laufen nicht, und für mehrere Stunden bleiben sie theilnahmlos.

Einen Versuch, den wir mit den Tauben machten, führe ich hier wörtlich aus meinem Tagebuche an:

„23. Juni 1890. Reise von Bologna nach Turin. Luftdistanz 296 Kilometer. Der Bedienstete Caselgrande fuhr mit 30 Tauben mit dem Abendschnellzug nach Bologna. Am folgenden Morgen 8 Uhr 30 Min. erhielt ich eine Depesche, daß die Tauben um 7 Uhr abgeflogen seien. Um 11 Uhr 5 Min., während Dr. Aducco und ich auf dem Kirchthurme standen, erschienen plötzlich 5 Tauben und flogen auf das Dach des Arbeitsraumes. Sie schienen nicht ermüdet, sie setzten sich auf das Fenster eines Rundbaues, der dem Taubenschlag gegenüber liegt, spielten und girrten, als ob sie locken

wollten; nach einigen Minuten entschlossen sie sich, in ihr Haus zu fliegen.

Wir fingen sie und maßen ihre Temperatur; sie war durchschnittlich 43°, d. h. etwas mehr als die normale, welche bei den Tauben ungefähr 42° beträgt, wie ich feststellte, indem ich sogleich bei 6 andern gleichalterigen normalen Tauben die Messung vornahm. Die umgebende Luft hatte 24° C. Die von der Reise zurückkehrenden Tauben kühlen sich schnell ab und hatten schon nach wenigen Stunden eine niedrigere Temperatur als die zu Hause gebliebenen.

Um zu vergleichen und um die Veränderungen kennen zu lernen, die eine Reise von 300 Kilometer im Körper der Tauben hervorbringt, ließ ich zwei normalen Tauben, sowie zwei anderen gleichalterigen, die soeben von Bologna zurückkamen, die Köpfe abschneiden.

Als ich unter die Brustfedern derjenigen blies, welche von der Reise gekommen waren, fand ich deren Brustmuskeln von dunklerem Braun als die der normalen Tauben.

Was mich in jenem Augenblick am meisten interessirte, war, sie auf die Leichenstarre und das Blut zu untersuchen. Schon nach 8 Minuten hatte die Muskelstarre bei den auf einem Tische liegenden müden Tauben angefangen und nach 12 Minuten waren die Flügel steif, während die normalen Tauben noch keine Steifheit zeigten. Nachdem ich mich von dieser Thatsache überzeugt hatte, machte ich die Probe noch einmal an zwei soeben ankommenden Tauben und erhielt dasselbe Ergebniß.

Um die chemische Beschaffenheit der Muskeln zu studiren, secirte ich sie und fand, daß der kleine Brustmuskel blasser in Farbe war als der große. Der Grund hierfür liegt wahrscheinlich darin, daß der kleine Brustmuskel beim Fliegen weniger arbeitet, da er nur bei dem Heben des Flügels in Thätigkeit kommt. Die größere Arbeit fällt dem großen Brustmuskel zu,

der darüber liegt und der dem Flügel den kräftigsten Stoß giebt.

Eine letzte Bemerkung muß ich hier noch einschalten, weil sie bezüglich der Veränderungen wichtig ist, welche durch Ermüdung im Nervensystem hervorgebracht werden. Ich untersuchte das Gehirn sowohl der vier von der Reise gekommenen, als der zu Hause gebliebenen Tauben und fand, daß der Unterschied in der Färbung sehr bedeutend war. Auch andere Collegen, die im Laboratorium waren, nahmen ihn wahr. Die Gehirne der ermüdeten Tauben waren hell, fast blutleer. Dadurch erklärt sich wahrscheinlich die oben erwähnte Thatsache, daß die von Afrika herüberkommenden Wachteln schlecht sehen. Auch wir sind nach schweren Anstrengungen nicht fähig, mit dem Hirne zu arbeiten.

Vor Abend waren 20 Tauben angekommen, also nur $^1/_3$ verloren. Am folgenden Tage kamen noch zwei weitere an."

V.

Im Frühjahr sieht man zuweilen Vogelschwärme, die in Form eines spitzen Winkels > fliegen. Dies sind wilde Enten, die, von Afrika kommend, nach Norden auswandern. Dieselben Vögel ziehen einige Tage später in derselben Ordnung über die Ostsee, dann durch Finnland, und ruhen sich erst in Lappland oder Sibirien aus.

Die Familie der Charadriidae umfaßt ungefähr 100 Gattungen, die jedes Jahr die Reise vom Aequator nach Island, Spitzbergen oder Sibirien und umgekehrt vollbringen. Ich führe zwei Beispiele dieser großen Familie an: den Steinwälzer, der an den Ufern des Eismeers nistet und in Mittelafrika, in Polynesien und Australien überwintert, und den Regenpfeifer, der im Frühjahr gleichfalls in den arktischen Regionen nistet und den Winter in Südafrika zubringt.

2*

Seebohm hat ein werthvolles Buch über die Wanderzüge dieser Vögel verfaßt. Er machte seine Beobachtungen, indem er eigens zum Zweck dieser Studien nach Natal in Südafrika reiste; in einem andern Jahre begab er sich an das arktische Meer, um dort die Ankunft jener Vögel zu erwarten. Er brachte einen Winter in Sibirien (unter dem 66. Breitengrade) am Ufer des Jenissei zu, um am Platze zu sein, wenn die lange Winternacht zu Ende ginge. Ich führe Folgendes aus seinem Buche an:

„Es ist unglaublich, wie schnell sich unter dem warmen Windeshauch, welcher von Süden kommt, die Veränderung der Natur vollzieht. Zwölf Stunden nach dem Schmelzen des Schnees erschließen sich Anemonen und Rhododendren, und hundert andere Blumenarten schmücken die Erde; Genzianen und Saxifraga mit gelben und blauen Blüthen bedecken die Wiesen. Am 22. Mai war der Zuzug vollendet und geradezu erstaunlich war die Anzahl der angekommenen Vögel.“

Seebohm giebt den Polargegenden, die er kennen lernte, den Namen „Paradies der Charadriidae“, und für zwei bis drei Monate muß die Gegend, seiner Beschreibung zufolge, ein solches sein; so groß ist dort alsdann der Ueberfluß an Vögeln, Fischen und Blumen. Aber da der Sommer in jenen Regionen überaus kurz ist, beginnen die Vögel sogleich das Brutgeschäft. In der Eile bauen sie kein Nest, sondern legen die Eier in eine kleine Vertiefung, die sie in den Boden machen, oder auf den Sand. Ende Juli fangen die Jungen an flügge zu werden, und sobald die Sonne minutenlang unter dem Horizont verschwindet, Ende August, bereiten sie sich zur Abreise vor. Im October hört alles Leben in den Polarregionen auf und zwei Monate waltet dort vollständige Nacht.

Nach langem aufmerksamen Studium der Plätze, wo gewisse Vogelarten sich finden, und solcher, wo sie sich niemals

zeigen, stellte Palmén ein Gesetz auf, das er seinem Werke zu Grunde legte.

Die Vögel, welche alljährlich von den Brutstätten nach den Winterquartieren wandern, vollziehen ihre Reise zwar immer auf derselben Strecke, sie nehmen aber nicht immer die gleiche Himmelsrichtung. Sie halten sich an feste, geographisch bestimmte, oft bogenförmig laufende Straßen, um die südliche Region zu erreichen, wo sie in gewohnter Weise den Winter verbringen. In den diesen Straßen benachbarten oder dazwischen liegenden Gegenden halten sich diese Vögel nicht auf, ausgenommen, wenn sie durch Unwetter oder Stürme dahin verschlagen werden.

Aus der geographischen Wanderkarte der europäischen und asiatischen Zugvögel ersieht man, daß sie zumeist die großen Flußthäler, die Meeresküsten und die Ufer der Seen wählen. Einer der beliebtesten Wege in Europa ist das Rheinthal bis in die Schweiz, wie denn die Jäger die meisten nordischen Vögel um die Schweizerseen herum finden. Auf ihrem Fluge nach Afrika berühren die Zugvögel den Genfer See; durch das Rhonethal kommen sie an das Mittelländische Meer, wo sich ihre Straße theilt. Einige nehmen von dort die Richtung längs der spanischen, andere längs der italienischen Küste, um nach Afrika zu gelangen.

Die Wandervögel passiren auf ihrem Wege von den Brutstätten nach den Winterstationen die Alpen da, wo sie am niedrigsten sind. Von den Wandertauben scheint es, daß sie einen Widerwillen gegen die Alpen haben; denn auf einigen Flügen von Turin nach Belgien waren die Verluste so groß, daß man entweder annehmen mußte, sie hätten sich verirrt oder wären Raubthieren zur Beute geworden; oder sie seien entlang den Alpen bis an die Meeresküste gekommen und durch das Rhonethal in die Heimath zurückgeflogen. Ich sage, es scheint, daß sie eine Abneigung gegen die Alpen haben, denn die

militärischen Taubenstationen auf dem Mont Cenis und zu Fenestrelle notiren, den Berichten des Hauptmanns Malagoli zufolge, keine größern Verluste bei gewöhnlichen Gebirgsreisen der Tauben, als die Berichte des Flachlandes.

VI.

Zwischen den Schwärmen, welche die großen Wanderstraßen einschlagen, finden sich einzelne Vögel, die nicht mit den übrigen fliegen; sie weichen zuweilen vom Wege ab, kommen aber später auf die Hauptstraße zurück. Diese Vögel heißen Irrgäste. Manchmal werden sie von Stürmen oder Unwetter überrascht, oder sie lassen sich von Vögeln anderer Gattungen vom Wege ablenken und kommen in eine fremde Gegend, dann machen sie mitten auf dem Wege, müde und verwirrt, Halt. Wenn die Alten einen ausländischen oder unbekannten Vogel sahen, so glaubten sie, es sei eine gute Vorbedeutung; es ist im Gegentheil ein Zeichen, daß den armen Vögeln ein Unglück zugestoßen ist, denn solche Verirrte sterben oft vor Hunger, wenn sie Wasser- oder Sumpfvögel sind und in eine dürre Gegend verschlagen werden. Oft indessen akklimatisiren sie sich und gerade derartigen Irrgästen wenden die Naturforscher große Aufmerksamkeit zu wegen der Verwandlungen, die dadurch die Gattung erleidet.

Aus diesen häufig vorkommenden Fällen von Verirrungen der Wandervögel muß man schließen, daß sie der „wunderbare Instinkt“ manchmal im Stiche läßt und sie dem unvermeidlichen Verderben preisgiebt. Nach Palmén wenden sich die Vögel, die von den ägyptischen Niederungen kommen, nach Sibirien, indem sie an der Küste Kleinasiens, längs des Marmara-Meeres und des Schwarzen Meeres, mit Berührung der Krim, ziehen. Dann folgen sie dem Lauf des Don, ferner

dem der Wolga, weiterhin erreichen sie durch eine Schwenkung den Ob und kommen, immer seinen Lauf verfolgend, zu den Polargegenden.

Es kommt auch vor, daß sie, vom Nilthal herkommend, über Kleinasien quer hinweg fliegen, statt entlang den Küsten zu ziehen; in solchen Fällen finden sie ihren Tod in den Schluchten des Kaukasus.

Victor Sella spricht in seiner kürzlich beschriebenen Reise nach dem mittlern Kaukasus folgendermaßen von den Zugvögeln*):

„Manchmal überraschen Windwehen, Schnee und Nebel die Vögel in den höhern Luftregionen und werden ihnen verderblich. Ich hatte dies schon in den Alpen beobachtet, aber in keiner Gegend habe ich solche Unmassen todten Geflügels vorgefunden, wie auf dem Bezinghi=Gletscher. Die hohe Felswand, welche dies Amphitheater einschließt, ist vielleicht unübersteigbar für die Vögel; oder möglicherweise sind es auch die häufigen Unwetter, die in den hohen Jochen des Shkara und Zanner vorkommen, wodurch sie in dem weiten Thalkessel wie in einer Falle gefangen werden.

„Im Juli wurden viele Lerchen, Wachteln, unerkennbare Skelette und einzelne Knochen von der Strömung in die Löcher und Spalten des Gletschers getrieben; im September fand mein Bruder Erminio dort sogar lebende Wachteln, die, vom Wege abgekommen, müde und unfähig waren, sich über die Kämme der umliegenden Joche zu erheben.

„Auf einem Berge westlich von Lars, auf der Darjel=Straße gelegen, die den Kaukasus durchquert, wurde ich Ende September in einer Höhe von 3700 Meter durch Geschrei veranlaßt, gerade über mich zu blicken. Ich sah in bedeu=

---

*) V. Sella, Nel Caucaso Centrale. Note di escursioni colla camera oscura. Bollettino del Club alpino italiano. 1889. S. 265.

tender Höhe einen Schwarm Wasservögel, wahrscheinlich Gänse, die von Norden nach Süden auf der Wanderschaft waren."

Sella ist geneigt, aus den von ihm gemachten Beobachtungen zu schließen, daß nicht allein Kraniche und Enten, sondern auch andere Vögel über den Kaukasus ziehen und ihn an den niedrigsten Bergketten und Jochen überfliegen.

Vor meinen Augen liegt eine prachtvolle Photographie des Bezinghi-Gletschers, von V. Sella aufgenommen. Die Ansicht jener Berge erinnert mich an die Alpen, an andere Auswanderer, andere Todtenhöfe, die noch trauriger sind. Alljährlich ziehen Tausende von Arbeitern aus Piemont nach Frankreich oder der Schweiz; viele derselben finden, wenn sie im Frühwinter durch das Rhonethal ihre Heimreise antreten, ihren Tod auf der großen St. Bernhardstraße durch Kälte oder durch Ermüdung. Ihre Leichen werden dann in einen Raum gebracht, der etwa hundert Meter vom Hospiz entfernt ist; dort bleiben sie liegen, wie man sie fand, damit die etwa nach ihnen suchenden Verwandten oder sonstigen Durchreisenden sie erkennen können.

Wer durch das Fenster in diese Todtenkammer blickt, wird nie den Anblick vergessen, der sich ihm bietet. Hier und da auf dem Boden sind Knochen, Schädel, Lumpen, halb von Staub bedeckt, aufgehäuft, die seit Jahrhunderten in scheuer Ehrfurcht von den vorüberziehenden Wanderern unter dem Schutze dieses großen Grabes geborgen wurden.

An den Wänden entlang stehen Skelette aufgereiht, die sich auf den erstarrten Gelenken halten. So bleiben sie, bis sie von selbst zusammenfallen. Manche stehen schon funfzig Jahre dort mit erhobenen Armen, dünnen Lippen, blinkenden Zähnen, den Stock in der Hand, in denselben Stellungen, wie sie im Schnee gefunden wurden. Es sind etwa dreißig Leichname, und der Eindruck, den diese Todten machen, wird noch schrecklicher durch die armseligen Kleider, die in Fetzen herab-

hängen und durch welche die vertrocknete braune Haut schimmert.

Zwischen jenen Skeletten erkennt man eine Frau, welche ihr Kind in den Armen hält, dem sie die Brust zu reichen scheint. Das Auge wird gefesselt durch die Gestalt dieser Mutter, welche im Augenblick des Todes wenigstens das Leben ihres Kindes noch zu retten hofft. Wie der Strahl eines hellen Lichtes durchleuchtet sie die Finsterniß und mildert mit einem Gefühl des Mitleids die Pein dieses Grabgewölbes. Das erhabene Opfer, durch die Geberde der Mutter ausgedrückt, läßt den Tod dieser Unglücklichen, nach denen Niemand geforscht, die vielleicht Niemand beweint hat, in verklärtem Lichte erscheinen.

Wer nie die Alpen beschritten hat, kann nicht ermessen, welche Leiden jene Unglücklichen durchgekämpft haben, ehe sie starben. Es sind piemontesische Landleute, die im Frühwinter, mit einem Sack oder einer Reisetasche auf der Schulter, ihrer Familie die kleinen Ersparnisse bringen. Zuweilen gehen solche Arbeiter zu spät auf die Reise, wo dann das böse Wetter und die Schneestürme sie überraschen und sie verhindern, ihre Straße über die Joche fortzusetzen. Schlecht gekleidet, auf das Aeußerste ermüdet, erstarrt durch die Kälte, bleiben sie mit erfrorenen Händen und Ohren am Wege liegen.

Zuweilen ist der Nebel dort so dicht, daß man nicht weiter kommen kann. Er wird zur Finsterniß, oft derart, daß man weder die Straße noch die daneben liegenden Abgründe zu unterscheiden vermag. Auf den Alpen fällt der Schnee nicht in Flocken herab, wie in der Ebene, dort ist er so fein wie Staub. Es sind Eiskörnchen, die der Wind heftig gegen das Gesicht weht, die alles durchdringen, und gegen die selbst das dichteste Kleid nicht schützt. Der Wind treibt die Schneemassen mit Macht vorwärts, indem er sie von den Abhängen wegfegt und in den Schluchten aufhäuft. Zuweilen sieht

man, wie der wüthende Sturm über die Straße herfährt und auf seinem Wege thalabwärts den Tannenwald erkrachen läßt. Welch schrecklichen Eindruck muß ein solches Schauspiel, das Getöse und Gekrach ferner Lawinen, das Sausen des Sturmes auf jene unglücklichen Wanderer machen! Wehe ihnen, wenn sie aus Verzweiflung in ihrem Lauf anhalten, wenn sie erstarrt und entmuthigt ein Obdach suchen wollen! Wer sich ausruht, ist verloren; denn alsdann wird ihn der Schlaf übermannen, und dieser einzige, letzte Trost der Elenden wird ihre Augen für immer schließen. Sie fühlen und sehen dann wenigstens das traurige Ende nicht, das sie erwartet: sie schlummern sanft in den Tod hinüber.

Es war im August 1875, als ich zum zweiten Male den großen St. Bernhard überschritt. In der Todtenkammer sah ich mehrere Leichen, die erst vor wenigen Tagen dorthin gebracht zu sein schienen. Der geistliche Bruder, der mich führte, sagte, sie seien im November des vergangenen Jahres verunglückt, und erzählte mir mit den genauesten Einzelheiten die Geschichte dieser bedauernswerthen Menschen.

Die Feuille d'Aoste vom 25. November 1874 beschreibt jenen Unglücksfall folgendermaßen: „Am Donnerstag Morgen fand man wenige Schritte vom Hospiz entfernt zwei Todte, die Holzschläger zu sein schienen. Schnell wurde eine Abtheilung zur Auffindung anderer vielleicht in Gefahr Befindlicher abgesandt. Zwei Mönche, begleitet von einem Diener, fanden dreißig Personen auf der Pera. Diese Armen hatten vier und zwanzig Stunden von etwas Mehl, mit Wasser angefeuchtet, und etwas Salz gelebt. Am Freitag entschlossen sie sich, die Pera zu verlassen und schleppten sich mit großer Mühe in die Nähe des Hospizes. Eine Schneewehe*) versperrte ihnen den Weg und begrub sie alle.

*) Im Dialekt der Gegend Confle genannt.

Ein Hund des Hospizes, der in erbarmungswürdigem Zustande ankam, gab die erste Kunde von dem Unfall. Sofort eilten alle Brüder nach der Unglücksstätte, um Hülfe zu bringen, und begegneten zuerst einem der Ihrigen nebst einem piemontesischen Arbeiter, welche sich ohne fremde Hülfe endlich selber aus dem Schnee befreit hatten. Man ließ den Unglücklichen alle nur mögliche Sorgfalt angedeihen, aber vergebens, bald darnach starben beide.

Man grub sechs Leichen aus dem Schnee. Zwei lebend Hervorgezogene verschieden kurz darauf. Außer den beiden Mönchen, welche zuerst zur Hülfeleistung ausgezogen waren, starb auch der Diener des Hospizes. Zwei der piemontesischen Arbeiter sind am Leben geblieben, nachdem sie zwei und zwanzig Stunden im Schnee begraben gelegen hatten."

Zweites Kapitel.

Etwas aus der Geschichte der Bewegungslehre.

I.

Die Physiologie der Bewegung der Thiere wurde durch Borelli, einen Arzt aus Neapel, der im Jahre 1680 starb, begründet. Wer sich in unsern Tagen die Aufgabe stellt, die Funktionen der Muskeln und Nerven zu studiren, greift nicht mehr zu den Werken des Galenus oder Oribasius, die zur Zeit der Römerherrschaft berühmte Schriftsteller waren. Dagegen wird die Abhandlung De motu animalium, vor mehr als zwei Jahrhunderten von Borelli verfaßt, noch immer mit Nutzen von modernen Physiologen einer eingehenden Betrachtung unterworfen und zu Rathe gezogen.

Die durch Versuche unterstützte Philosophie hatte gegen Mitte des 17. Jahrhunderts, hauptsächlich durch Galileo Galilei's Mithülfe, so überaus große Fortschritte gemacht, daß die Jünger der neuen Wissenschaft von der Hoffnung durchdrungen waren, die neu entdeckten Grundsätze auf das gesammte Gebiet der Natur übertragen zu können.

Man nennt jene Zeit die glänzendste Epoche im Zeitalter der Wiedergeburt der Wissenschaften, und mit dem Buche Harvey's „Ueber den Kreislauf des Blutes“ beginnt die Geschichte der modernen Physiologie.

Nachdem Borelli erkannt hatte, daß das ganze Lehrgebäude der Physiologie neu aufgebaut werden müsse und daß die Physiologie einer wissenschaftlichen Grundlage ermangele, bestrebte er sich, derselben durch Hinzuziehung der Mathematik, Chemie und experimentirenden Physik einen sicheren Unterbau zu geben. „Denn", sagt er, „alle Lebensäußerungen, die wir in der Natur beobachten, beruhen auf der Anatomie, der Mathematik und der Physik."

Borelli wurde vom Großherzog Ferdinand zum Lektor an der Universität zu Pisa ernannt und damit beauftragt, den Versuch Pascal's, welcher dahin zielte, die Höhe der Berge mittels Barometers zu messen, einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Derselbe Borelli machte, während er die Herausgabe seiner Uebersetzung des Euklid besorgte, die Entdeckung von der Anziehung und Abstoßung schwimmender Körper, stellte den ebenso wichtigen Lehrsatz von dem Zusammenstoß der Körper auf, machte Studien über die Verdauung bei den Thieren, konstruirte den ersten Heliostaten und brachte die Lehre von der Kapillarität in Aufnahme. Im Jahre 1661 beschrieb er ein damals in Pisa verderbenbringendes Fieber, stellte, nachdem er sich eifrig dem Studium der Astronomie hingegeben hatte, Beobachtungen über einen Kometen an, beschrieb für Ferdinand von Medicis in einer Relation den Ring des Saturn und eilte kurze Zeit darauf nach Sicilien, um an Ort und Stelle den Ausbruch des Aetna vom Jahre 1669 zu beschreiben.

Alfons Borelli war einer jener mächtigen Geister, welche der Zeit der Renaissance ihren Charakter verleihen; er war, gleich Redi, ein Dichter, und seine Verse sind, Marchetti zufolge, „voller Schönheit und äußerst lieblich". Der damals bereits berühmte Malpighi hatte, gleich seinem Zeitgenossen Lorenz Bellini, den Wunsch, Borelli's Schüler zu werden. Derselbe erzählt, wie er sich zum ersten Male in Borelli's

Haus zu Pisa begab, um seinen anatomischen Vorträgen beizuwohnen, und wie er in einem der folgenden bei Untersuchung eines Herzens die bis dahin unbekannte Thatsache entdeckt habe, daß sich Muskelbündel mit spiraler Richtung daran befinden. Malpighi erinnert sich mit großer Dankbarkeit der Lehren und Rathschläge, die ihm Borelli bei Herausgabe seiner Werke gegeben, und nach drei Jahren, als er seinen Wohnsitz nach Bologna verlegt hatte, lautet sein Bekenntniß, „daß sich ihm in der Schule Borelli's der Nebel gelichtet habe, mit welchem bis zu jener Stunde Verbalphilosophie und vulgäre Heilkunde umhüllt gewesen seien."

Ich glaube nicht, daß es eine Uebertreibung ist, wenn man behauptet, die Grundbedingungen des Mechanismus der Bewegung, die jetzt als Basis der modernen Physiologie anerkannt sind, haben ihren ersten Ausdruck in dem Werke Borelli's „De motu animalium" gefunden.

Zum Beweise des eben Gesagten führe ich folgende, in der Vorrede zu jenem Werke stehenden Worte an: „Die Lebensäußerungen der Thiere vollziehen sich mittels Ursachen, Werkzeugen und mechanischen Bedingungen."*) Der Begriff des Mechanismus der Bewegung könnte auch in einem modernen Buche nicht besser ausgedrückt sein.

II.

Der Leser, welcher den Wunsch hegen könnte, den Ursprung der Grundbegriffe zu erfahren, die uns jetzt beim Studium der Ermüdung leiten, wird es nicht tadelnswerth finden, wenn ich einen kurzen Blick auf die Physiologie früherer Zeiten werfe.

*) Animalium operationes fiunt a causis et instrumentis et rationibus mechanicis.

Schon zu Galen's Zeiten war es bekannt, daß die Nerven ihren Ausgang vom Gehirn und vom Rückenmark nehmen, und zwar daß sie in Form von weißen Strängen das Gehirn mit den Muskeln in Verbindung setzen. Die große Schwierigkeit lag jedoch darin, die Art und Weise zu ergründen, in welcher die Nerven auf die Muskelfasern wirken, um deren Zusammenziehung zu bewerkstelligen. Von allen Physiologen drückte zuerst Borelli in klaren Worten den mechanischen Vorgang der Muskelbewegung aus. In seinem Buch über die Bewegungen im thierischen Organismus sagt er im Lehrsatz XXII*): „Bei der Zusammenziehung der Muskeln wirken zwei Ursachen vereint, deren eine in den Muskeln selbst liegt, die andere von außen herzutritt. Die Anregung zur Bewegung kann auf keinem andern Wege als durch die Nerven vom Hirn aus erfolgen; hierin sind Alle einig, denn die Erfahrung lehrt es uns in augenscheinlicher Weise. Zugleich wurde die Hypothese verworfen, daß es sich dabei um die Wirkung einer nicht greifbaren Kraft oder um ein geistiges Fluidum handele. Daher ist es nothwendig, anzunehmen, daß eine körperliche Substanz zwischen Nerven und Muskeln existirt, und daß sich darin eine Erschütterung vollzieht, die in einem Augenblick die Anschwellung der Muskeln bedingt." Alles dies ist richtig; wir könnten es auch jetzt nicht besser ausdrücken.

Borelli nimmt an, daß der Antrieb zur Zusammenziehung der Muskeln von einer chemisch wirkenden Kraft ausgeht: „einer beißenden Säure, welche sich bis in die äußerste Veräftelung des Nerven ergießt, um den Muskel zu erregen."**) Er fährt fort: „Die Anschwellung,

*) Borelli, De motu animalium. Tom. II, pag. 56.

**) Aut acredine pungitiva principia fibrarum alicuius nervi et sic eum irritent et titillent. Tom. II, pag. 59.

Verhärtung und Verkürzung vollzieht sich nicht in den Nerven, d. h. nicht auf jenen Strecken, wo der Bewegungsakt vor sich geht, sondern außerhalb derselben, nämlich im Muskel selbst. Deshalb ist die treibende Kraft, welche durch die Nerven übermittelt wird, an und für sich betrachtet, nicht im Stande, eine Zuckung herbeizuführen. Es muß noch ein Etwas hinzukommen, das entweder in den Muskeln selbst vorhanden ist oder ihnen in reichlichem Maße zugeführt wird; aus welchem Zusammenwirken besagter Substanzen eine Art Gährung oder ein Aufwallen entsteht, das ein augenblickliches Anschwellen des Muskels zur Folge hat."

Die Vorstellung, die wir uns von der Ermüdung der Nerven werden machen müssen, hängt zum großen Theil von der Natur der Vorgänge ab, welche im Nerven selbst stattfinden. Dies ist deshalb einer der Hauptpunkte. Borelli stellte von Anfang an zwei Hypothesen auf; und die Physiologen befinden sich noch heute in Verlegenheit, welcher von beiden als der richtigeren der Vorzug gebührt.

Der Nervenreiz auf einen Muskel, etwa der Befehl, den das Gehirn an einen Muskel der Hand ergehen läßt, kann sich durch eine chemische Veränderung im Nerven vollziehen, die sich von Molekül zu Molekül fortgepflanzt. Um ein faßliches Beispiel zu gebrauchen, könnte man sagen, daß die Nerven einer Lunte gleichen oder einer Reihe von Pulverkörnchen, die, eines neben dem andern liegend, vom Gehirn bis in den Muskel reichen. Der Willensakt würde darin bestehen, das erste Körnchen zu entzünden; sobald das letzte brennt, tritt eine Aenderung im Zustande des Muskels auf und es erfolgt seine Zusammenziehung. Diese Vorstellung ist beim gegenwärtigen Stande der Wissenschaft diejenige, welche die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat. Unglücklicherweise kennen wir aber noch nicht die chemischen Veränderungen, welche in dem funktionirenden Nerven vor sich

gehen. Einige Physiologen, die beobachtet haben, daß die Nerven nicht ermüden oder wenigstens daß sie viel weniger leicht als Gehirn und Muskeln ermüden, behaupten, die Uebertragung der Bewegung längs der Nerven vollziehe sich nicht durch eine chemische Umgestaltung, wie gleichnißweise bei der Lunte. Diesen Physiologen zufolge wäre das Nervenagens mechanischer Natur, nämlich eine Art zitternder Bewegung der Moleküle, die sich längs des Nerven fortpflanzt ohne seine chemische Zusammensetzung zu verändern. Diese mechanische Erregung, welche wir der Fortpflanzung der Tonschwingungen durch die Moleküle eines festen Körpers hindurch vergleichen können, bringt, indem sie vom Nervencentrum zum Muskel gelangt, eine explodirende Zersetzung hervor, und dies ist die chemische Veränderung bei der Zusammenziehung. Die erste Idee dieses mechanischen Vorgangs gehört ebenfalls Borelli an; seine Worte lauten: „Jetzt bleibt uns zu erforschen, was in den Nerven vorgeht, welches diese Kraft sei, in welcher Weise und durch welche Kanäle sie in den Nerven fortgepflanzt wird. Es ist offenbar, daß der Nerv, wenngleich dünn wie ein sehr feines Haar, aus vielen faserigen Fäden besteht, die durch eine häutige Hülle zusammengehalten werden; eine jede Faser ist hohl wie eine Röhre, obgleich sie unserm allzu schwachen Auge fest und ausgefüllt erscheint. Nicht unmöglich ist es, daß die Nervenfasern hohle, mit einer holundermarkähnlichen Masse gefüllte Röhren sind."

Seltsam, daß Borelli der Wahrheit so nahe gekommen ist, indem er eine Thatsache behauptet, die er nicht sehen konnte, weil ihm die Mikroskope fehlten, die uns zu Gebote stehen. Ranvier bewies vor einigen Jahren, daß die Scheide, welche eine jede Primitivfaser schützt, Schnürringe oder Verengerungen zeigt, durch welche Abschnitte gebildet werden wie in den Röhren des Holunders; diese Räume sind mit einer vollständig oder nahezu flüssigen Substanz, Myelin genannt,

ausgefüllt. Das Myelin ist gleichsam eine Hülle, welche dazu dient, die centrale Nevenfaser, welche Axencylinder heißt, zu schützen und zu isoliren. Die Verengerungen, welche Ranvier in den Nerven entdeckt hat, haben die Bestimmung, zu verhindern, daß die flüssigen Substanzen, die zur Zusammensetzung der Nerven gehören, durch ihre Ortsbewegung Veränderungen derselben hervorrufen.

Hieraus ersehen wir, daß Borelli die Wahrheit errathen hat, wenn er den Nerv mit einem Holunderzweige vergleicht.

„Wir müssen uns vorstellen", fährt er fort*), „daß die schwammigen Höhlungen der Nervenfasern von einem Saft oder Spiritus, der aus dem Gehirn kommt, stets bis zum Ueberlaufen voll sind. Nehmen wir einen mit Wasser gefüllten Darm, dessen beide Enden geschlossen sind; wie sich bei dem geringsten Druck oder Stoß, den man an dem einen Ende veranlaßt, die Erschütterung sogleich durch die in langer Reihe bis ans Ende nebeneinander liegenden Theilchen der flüssigen Substanz bis zur äußersten Spitze des Darmes fortpflanzt, ebenso wird auch der leichteste Druck, Stoß oder Reiz, der an den Ausgangspunkten der Nervenfasern im Gehirn ausgeübt wird, sich fortpflanzen."

Um die Wirkung, welche der Nerv auf den Muskel ausübt, klar zu machen, dürfe man sich nicht vorstellen, daß hierzu großer Kraftaufwand nöthig sei; schon die geringste Ursache genügt, die Zusammenziehung des Muskels herbeizuführen. Er weist auf die allbekannte Thatsache hin, daß die leiseste innere Berührung der Nasenlöcher, des Rachens oder der Ohren mit einer Feder heftige Zusammenziehungen und Zuckungen in den Muskeln des betreffenden Organismus hervorzubringen vermöge. Was dieser bedeutende Mann zu ergründen strebte, was er vielleicht schon unklar erkannt hatte,

---

*) A. a. O. 58.

können wir jetzt ohne Schwierigkeit und mit größter Deutlichkeit an den Muskeln der Insekten beobachten, die wir lebend unter das Mikroskop bringen. Veranlassen wir einen Muskel, sich zusammenzuziehen, so sehen wir an dem Punkte, wo die Verästelung des Nerven stattfindet, eine Verdickung entstehen, die sich in der Muskelfaser wellenförmig fortpflanzt und zwar bis zu den Theilen des Muskels, die dem Nerven am fernsten liegen.

Wo Borelli von den Bewegungen spricht, die wir freiwillig ausführen, sagt er: „Die Thierseele in ihrer Ruhe und schlafähnlichen Unempfindlichkeit läßt kaum einen freien Willensakt, noch weniger die Leidenschaft ihres sinnlichen Empfindens vermuthen. Wir müssen annehmen, daß dies Fluidum in einer bestimmten Weise, je nach der Art der Bewegungsfähigkeit, erregt wird. Unter dieser Voraussetzung wird erklärlich, wie die von dem Bewegungstrieb angeregten Gehirnsäfte durch Fortpflanzung der Erschütterung oder durch ätzende Säure die Nerven an ihren Ausgangspunkten reizen und kitzeln."

Wem diese von Borelli versuchte Charakterisirung der freiwilligen Bewegung dunkel erscheint, der möge daran denken, daß auch die Physiologen der Neuzeit keine verständlichere Erklärung geben können, und deshalb dem älteren Forscher keinen Vorwurf machen. Es ist eben immer eine der größten Klippen gewesen, die sich den Physiologen entgegengestellt haben, den eigentlichen Grund unserer freien Bewegungen zu ermitteln; unglücklicherweise ist aber gerade diese Frage eine der wichtigsten, mit deren Lösung sich Alle, vornehmlich die Philosophen, beschäftigen müssen.

Darwin spricht von diesem Gegenstand folgendermaßen*):

„Es hat viel Wahrscheinlichkeit für sich, daß einige Hand-

---

*) Ch. Darwin, The expression of the Emotions, pag. 39.

lungen, welche anfangs mit Bewußtsein ausgeführt wurden, durch Gewohnheit und Association in Reflexhandlungen umgewandelt worden sind und sich jetzt so fest fixirt haben und vererben, daß sie ausgeführt werden, selbst wenn nicht der geringste Nutzen damit verbunden ist." Demgemäß wären es also die automatischen Bewegungen, welche zuerst unter der Herrschaft unseres Willens geschehen und später zu unwillkürlichen geworden sind. Dieselbe Meinung vertritt auch Spencer in seinen „Grundzügen der Psychologie".*) Indessen hatte schon Borelli fast mit den nämlichen Worten wie unsere Philosophen diese schwierige Frage formulirt.

Derselbe Borelli sagt weiter: „Es ist nicht unmöglich, daß die Bewegungen, die wir jetzt gewohnheitsmäßig ausführen, früher willkürliche gewesen sind; und wir glauben, unwillkürlich zu handeln, weil wir uns dabei einer Absicht nicht bewußt sind. So verhält es sich mit den Bewegungen des Herzens, die ohne Rücksicht auf unsere Zustimmung, und trotzdem wir sie nicht beabsichtigen, sich vollziehen. Das Gleiche gilt auch noch von einigen andern Bewegungen unserer Gliedmaßen, die zweifellos zuerst unter der Herrschaft unseres freien Willens geschahen, aber jetzt zu unwillkürlichen, ja selbst zu unliebsamen geworden sind."**)

Mit dieser Behauptung Borelli's begannen sich nun die spiritualistischen Philosophen zu beschäftigen und zugleich sie zu bekämpfen, weil durch sie der Begriff des freien Willens, wie ihn das Dogma vorschrieb, beeinträchtigt wurde, indem dem Willen ein Antheil an der Thätigkeit des Herzens zugeschrieben wurde. Borelli's Worte lauten: „Die Bewegung des Herzens vollzieht sich demnach mittels einer gefühl- und

*) H. Spencer, Principes de Psycologie. II, 608.

**) De motu animalium, Lehrs. LXXX. Tom. II, pag. 158.

lustweckenden Kraft, nicht durch eine unbewußte, organische Nothwendigkeit."

Wie man sieht, wird hier eine der schwerwiegendsten philosophischen Streitfragen berührt.

Rosmini behauptet, indem er Borelli den Vorwurf macht, den Grundsatz der Empfindungslehre mit dem der Vernunft vermengt zu haben, daß man in dieser Lehre des berühmten Physiologen „den Ursprung des modernen Sensualismus zu erkennen habe."*)

III.

In der Kirche Sant' Eustachio zu Rom, nahe der Piazza agonale, befindet sich die Grabstätte Alfons Borelli's. Links neben der Hauptthür, dicht bei dem Weihbeckenpfeiler, ist eine Gedenktafel aus weißem Marmor mit Einfassung von giallo antico zu sehen, über welcher ein in Oel ausgeführtes Bildniß des berühmten Physiologen hängt. Die Inschrift berichtet von dem erfolggekrönten Leben des dort Ruhenden und endigt mit den Worten:

HEIC ADMIRANDUM DE MOTU ANIMALIUM OPUS
ABSOLVIT SIMUL CUM VITA.**)

Die mit romantischem Schleier umwobene Gestalt Borelli's verdient wohl, daß man sie mit breiten Strichen zeichne, wegen der mannigfachen Lebensschicksale, die ihn aus den kleinlichsten Verhältnissen in einer Kaserne zu einem Todtenbette im Kloster der Padri scolopi führten.

---

*) A. Rosmini, Psicologia. Band I, S. 192.

**) „Hier beschloß er zugleich mit dem Leben das bewundernswürdige Werk über die Bewegung der Thiere."

Als Sohn eines spanischen Soldaten im Castel Nuovo zu Neapel geboren, verlebte er seine Kindheit daselbst unter den Söldnern Ferdinand's III. Um der Unehre zu entgehen, die sein Vater durch ein ruchloses Leben auf den Namen Alonso gehäuft, legte er diesen ab und nahm den Namen der Mutter (Borelli) an, welche aus Neapel gebürtig war. Noch in sehr jugendlichem Alter wurde er an die Universität zu Messina als Lehrer der Mathematik berufen. In einem Manuskripte Targioni Tozzetti's, das in der Nationalbibliothek zu Florenz aufbewahrt wird und den Titel führt: „Nachrichten über einige in Toskana gemachte Fortschritte in den physikalischen Wissenschaften"*), finden wir einen längeren Abschnitt, der den jungen Borelli betrifft. „Borelli war von heftigem, empfindlichem Temperament und im hohen Grade eifersüchtig bezüglich seiner Entdeckungen; so machte er sich durch übergroßen Neid Vincenzio Viviani und Niccolò Stenson zu Feinden, und da er den ersten Platz in der Akademie del Cimento zu erlangen strebte, zerfiel er zugleich mit den übrigen Gelehrten jener Gesellschaft, die, wie aus den Schriften del Cimento ersichtlich ist, sich auch mit ihm nicht einverstanden erklären konnten. Im Jahre 1668 trat er aus bloßer Laune von seiner Lehrthätigkeit in Pisa zurück, worüber der Großherzog sein großes Mißfallen kund gab."

Nach Sicilien zurückgekehrt, nahm er an einer Verschwörung Theil, welche die Abwerfung des spanischen Joches bezweckte, und floh nach ihrer Vereitelung als Verbannter ins Ausland. Ein Diener beraubte ihn seiner ganzen Habe, und als er endlich bejahrt und aller Mittel entblößt nach Rom kam, übernahm er dort die Stelle eines Professors der Mathematik an den Scuole Pie. Die Königin Christina von Schweden, die Gönnerin und Förderin der schönen Künste

*) Targioni Tozzetti, Notizie di alcuni aggrandimenti delle scienze fisiche accaduti in Toscana. Bd. XI. S. 140.

und Wissenschaften, bot ihm bedeutende Geldmittel, damit er seine Studien über die Bewegung der Thiere zu Ende führen und das Werk De motu animalium drucken lassen könne. Er war mit der Korrektur der Druckbogen des ersten Bandes beschäftigt, als der Tod ihn unvermuthet ereilte. Er starb an Lungenentzündung.

Die Padri scolopi übernahmen die Herausgabe des zweiten Bandes, für welchen Borelli nur unvollständige Manuskripte hinterlassen hatte.

Es ist seltam, daß ein Werk so voll des reinsten Materialismus in einem Kloster hat verfaßt werden können, und gerade beim Lesen des zweiten Bandes, in welchem alle Lebensäußerungen mit tiefem Verständniß für die Lehre der Mechanik erklärt werden, möchte man es fast für unmöglich halten, daß die frommen Mönche sein Erscheinen befördert hätten.

Der Pater Carlo di Gesù, ein früherer Studiengenosse Borelli's, hat die Lebensgeschichte seines Freundes verfaßt, als habe er vorausgesehen, daß Tage kommen könnten, in denen die unsterblichen Werke Alfons Borelli's Viele dem Glauben abwendig machen würden, um sie der Philosophie des Mechanismus in die Arme zu führen, Werke, deren Inhalt so recht eigentlich den Gegensatz zu der Lehre des Vitalismus und zum frommen Seelenglauben bildet, erzählt, daß er den großen Physiologen in seiner Zelle knieend angetroffen habe, andächtig in Betrachtungen und lange Gebete vertieft.

Wenige Lustren waren erst seit jenem ewig denkwürdigen Tage verflossen, an welchem Galileo Galilei vor das heilige Uffizio berufen und in dem nahen Kloster della Minerva unterlegen war; jener Tag, an dem er mit zitternder Hand sein Geständniß geschrieben hatte: „Ich schwöre ab, was ich behauptet habe; ich schwöre und verspreche und verpflichte mich,

als falsch zu erachten die Lehre, daß die Erde sich dreht und daß die Sonne den Mittelpunkt ihres Umlaufs bildet." Der Zwist zwischen Wissenschaft und Glauben schien durch das Opfer, welches Galilei gebracht hatte, geschlichtet, und Borelli konnte, wie vor ihm sein Lehrer gethan, wiederholen: Ita sancta docet Ecclesia, ita credendum.*)

IV.

Alfons Borelli starb in der bescheidenen Zelle eines Klosters, während sein Nebenbuhler Nicolaus Stenson, ein großer Anatom und Physiolog jener Zeit, Bischof und päpstlicher Vikar war, und bei seinem Tod im Geruche der Heiligkeit stand.

Die schönste physiologische Errungenschaft des 17. Jahrhunderts ist heute noch mit dem Namen Stenson'scher Versuch bekannt. Sie besteht in Folgendem. Indem er die große Arterie unterband, welche den Blutzufluß in die Beine vermittelt, bemerkte er, daß schon nach wenigen Minuten die Bewegungsfähigkeit der Hinterbeine bei den Hunden aufhörte, und daß dieselben steif wurden. Sobald er die den Blutumlauf hindernde Fessel löste, kehrte die Bewegung zurück. Die Unterbindung der Muskelarterien bewirkt zuerst einige Minuten dauernde gesteigerte Erregbarkeit der Muskeln, dann rasches Absinken derselben, und im Anschlusse hieran das Eintreten der Starre.

Stenson bewies, daß die Sehnen träge Stränge sind und daß die Muskeln sich nur in ihrem rothen, fleischigen Theile zusammenziehen. Er war der erste, welcher die Gleichartigkeit der Menschen- und Thiermuskeln unwiderleglich feststellte; auch entschied er die schon fünfzehn Jahrhunderte vor ihm auf-

*) So lehrt die heilige Kirche; so müssen wir glauben.

geworfene Streitfrage über die Bestandtheile des Herzens. Es war Hippokrates, der behauptet hatte, daß das Herz aus Fleisch bestehe; Galenus hatte dies verneint, und Stenson bewies nun augenscheinlich, daß es ein Muskel genau wie alle andern sei.

Er studirte die Bewegungen vom Körper getrennter Herzen und überzeugte sich (und hierin wich seine Meinung von der Borelli's ab), daß die Zusammenziehungen dieses Organs nicht auf Antrieb des Gehirns vor sich gehen.

Vieles, was heutzutage über das innere Gefüge der Muskeln bekannt ist, verdanken wir Stenson. Er zeigte, daß in jedem Muskel Arterien, Venen und Nerven sich vorfinden. Er war es auch, der zuerst die Lymphgefäße derselben beschrieb.

Um die im zuckenden Muskel sich vollziehende Veränderung kennen zu lernen, räth Stenson, man solle den Finger in den Winkel der Kinnlade auf den Kaumuskel legen und die Zähne aufeinander beißen. Dann fühlt man, wie der Muskel sich verdickt, wie er hart und runzelig wird. Selbst nach Durchschneidung der Hauptadern und Venen fährt der Muskel fort, sich zusammenzuziehen, und Stenson bewies hierdurch, daß seine Bewegung nicht durch einen Bluterguß zwischen die Muskelfasern bewerkstelligt wird, wie zu jener Zeit viele Physiologen glaubten. In frisch geschlachteten Thieren giebt es Muskeln, die ihre Bewegungen noch weiter fortsetzen, selbst wenn Kopf und Herz vom Rumpfe abgeschnitten worden sind. Stenson wiederholte diesen Versuch an verschiedenen Thieren; beim Hunde z. B. sah er, wie in den vom übrigen Körper getrennten Theilen des Brustkastens die Rippentheile noch länger zuckten. Daraus entnahm er, im Gegensatz zu Borelli's Beobachtungen, daß die Muskelbewegung weder vom Blut, noch von den Nerven, noch auch von den Nervencentren abhängig ist.

Eine der wichtigsten Forschungen Stenson's ist seine Darlegung, daß die Muskeln selbst nach Durchschneidung der Nervenstränge ihre Bewegung noch nicht einstellen, falls sie unmittelbar gereizt werden. Mit dieser Erfahrung ist Stenson ein Vorläufer Haller's, welcher mehr als ein Jahrhundert später die Lehre von der Erregungsfähigkeit der Muskeln aufstellte.

Stenson's Werke unterscheiden sich von denen seiner Vorgänger durch die strenge, unerbittliche Kritik, mit welcher er alle Lehren geißelte, die sich nicht auf gewissenhaft beobachtete Thatsachen gründeten. Der berühmte Anatom Winslow berichtet von einem Diskurs, den Stenson über die Anatomie des Gehirns hielt: „dieser in seiner Art einzige Diskurs wurde für mich der Urquell und das Urbild, nach welchem sich vollständig für alle Zukunft mein Vorgehen bei anatomischen Studien modelte."

Um dem Leser ein Bild von dem Skepticismus und der Sicherheit zu geben, mit denen Stenson behufs Gewinnung eines neuen Standpunktes für die Physiologie der Nerven und Muskeln vorging, führe ich einige Worte aus seinem 1667 in Florenz gedruckten Buche „Myologiae specimen" an. Er sagt darin, daß wir von dem Fluidum, durch welches die Bewegung der Muskeln hervorgebracht wird, nichts wissen, und tadelt diejenigen, welche sich, wenn sie von der Seele sprechen, welche uns zur Bewegung führt, mit hohlen Worten begnügen. Dann fügt er hinzu: „Manche glauben, es sei die thierische Seele oder die feinsten Bluttheilchen, oder deren Duft, oder auch der Nervensaft, welche die Ursache unsere Bewegungen hervorbringen; aber das alles sind Worte und keine Erfahrungen."

V.

Vor mir liegen die Werke Stenson's, Redi's, Malpighi's, Borelli's, Bellini's und anderer berühmter Aerzte jener Zeit. Mancher dieser Bände ist mit Elzevirtypen gedruckt, in handlichem Format, auf dem Titelblatt mit prächtigen Kupfern geschmückt, und es kommt mir dabei in den Sinn, wie jetzt Alles so ganz anders ist.

Die toskanischen Fürsten jener Zeit wechselten mit den berühmtesten Philosophen und Schriftstellern Europas häufig Briefe, in welchen sie diesen ihre Zweifel und ihre eigenen und die von Andern gemachten Beobachtungen und Erfahrungen mittheilten. Hätten nicht viele Schriftsteller jener Epoche aus eigner Erfahrung uns diese Thatsache überliefert, so möchte die Begeisterung fast übertrieben erscheinen, welche diese Fürsten für Kunst, Literatur und Wissenschaft an den Tag legten.

Es drängt mich, eine Stelle anzuführen, die ich dem erwähnten Manuskripte Targioni Tozzetti's entnehme:*)

„Der Großherzog, eingenommen für die eifrige Beflissenheit, mit welcher sich besonders Galilei bemühte, ihm allerhand Winke zukommen zu lassen, vergnügte sich, unter Beiseiteschiebung ernster Staatsgeschäfte oft damit, über philosophische Probleme nachzusinnen, nicht etwa zu eitlem, müßigem Zeitvertreib, sondern vielmehr nur, um die reine, nackte und echte Wahrheit in den Dingen zu finden, so daß er mit wahrer, unermüdlicher Großmuth fortgesetzt vielen berühmten Männern alle Bequemlichkeiten zu Theil werden ließ, welche zur Erreichung jenes lobenswerthen Zweckes nöthig sind. In der That, es war ein schöner, bewundernswerther Anblick, ihn im Kreise einer gewählten Gesellschaft von Gelehrten, die

*) Vol. XI, pag. 69.

gleichsam einen Kranz um ihn bildeten, zu sehen; ihn selbst, wie er, der schweren Bürde seines Standes entledigt, in den abgelegensten Gemächern ohne Zwang mit ihnen verkehrte, durch Nichts von ihnen unterschieden als durch ausgezeichnetes Gedächtniß, scharfen Geist und schnelles Fassungsvermögen; wie er sich in die feinsinnigsten Forschungen vertiefte und sich bestrebte, mit dem erhellenden Lichte der Erkenntniß die von so vielen Irrlehren verdunkelte Wahrheit zu entdecken."

Um das Ansehen begreiflich zu finden, welches die Universität Pisa zu jener Zeit genoß, genügt es, an die Namen von Männern, wie Borelli, Redi, Bellini, Malpighi und Stenson zu erinnern. Wie behaglich das Leben gewesen sein muß, welches die Gelehrten jenes Zeitalters führten, erhellt aus vielen noch vorhandenen Dokumenten. Beispielsweise will ich einige Stellen aus einem Briefe Redi's, den er aus Pisa an Stenson richtete, anführen: „Eine erfreuliche Beobachtung, die ich in den letzten Tagen machte, beschränke ich mich, Euer Hochwohlgeboren hier mit kurzen Worten mitzutheilen, indem ich mir vorbehalte, sie in einem längern Diskurs zu behandeln, sobald Sie an den Hof zu Pisa zurückgekehrt sind und wir nach Tisch oder Abendessen, beim Feuer sitzend, nichts Anderes zu thun haben."

Aus Malpighi's Briefen erfahren wir, daß der Großherzog die Hörsäle der Universität besuchte, um den Vorlesungen in der Experimentalphysik und den Vivisektionen, beizuwohnen.

„Als Stenson um das Jahr 1666 nach Pisa gekommen war, hörte der Großherzog Ferdinand II., in welchem Grade der von jenseits der Alpen eingewanderte junge Mann viele andere Gelehrte, die sich der Wissenschaft befleißigten, überrage, und vornehmlich jene, die sich dem Studium der geheimsten unter der unendlichen Menge der Naturoffenbarungen gewidmet hatten. Ferdinand fesselte ihn an seinen Hof, er-

nannte ihn mit einem seinem Ruf entsprechenden Gehalte zu seinem Leibarzt und räumte ihm zugleich einen ehrenvollen Lehrstuhl an der Universität ein."*)

Die berühmten Gelehrten jener Zeit unterschieden sich von den heutigen vor Allem durch ihr umfassendes Wissen und durch die Gabe, die verschiedensten Zweige der Wissenschaft zu pflegen. So war Stenson, der als Physiolog und Zoolog unsterbliche Werke geschrieben hat, gleichzeitig als Geolog berühmt. Ihm verdanken wir den Nachweis, daß der Krystall die typische Form der anorganischen Materie ist; er legte den ersten Grund zu den Gesetzen der Krystallographie. Bei Gelegenheit des internationalen Kongresses der Geologen zu Bologna im Jahre 1881 wurde eine Gedenktafel mit Stenson's Bild in der Vorhalle der San Lorenzo-Kirche zu Florenz eingeweiht.

VI.

Stenson wurde in Kopenhagen geboren, und zwar mit dem Familiennamen Stenson, den er nach damaliger Sitte ins Lateinische umwandelte als Steno, Stenonis. Am Hofe von Toskana machte er zugleich mit Redi verschiedene höchst wichtige zootomische Beobachtungen und Versuche, um die Wirkungen einiger Giftstoffe, die in den Thieren vorkommen, zu erforschen. Redi sagt in einem an Stenson gerichteten Briefe: „Sie erinnern sich, wie oft wir vor unserm allergnädigsten Herrn, dem erlauchten Großherzog Ferdinand, den Versuch wiederholten, wie man vierfüßige Thiere fast augenblicklich durch Oeffnung einer Vene tödten kann, indem man mittels einer in die Oeffnung eingesetzten, lediglich mit

*) Domenico Maria Manni, Vita die Niccolò Stenone. Firenze, 1775, pag. 34.

Luft gefüllten Spritze die Venen des betreffenden Thieres mit Luft anfüllt."

Sein berühmtes Werk über die Muskellehre veröffentlichte Stenson im Jahre 1667, im gleichen Jahre schwor er den protestantischen Glauben ab und trat zum Katholicismus über. Fünf Jahre später finden wir ihn als Professor der Anatomie in Kopenhagen. Der König von Dänemark hatte ihn zur Rückkehr ins Vaterland bewogen, indem er ihm den genannten Lehrstuhl und zugleich die Freiheit, seinen katholischen Glauben beizubehalten, zusicherte. Ueber die Gründe, welche ihn bewogen, schon nach wenigen Monaten dem Vaterlande den Rücken zu kehren und Toskana wieder aufzusuchen, wissen wir nichts Näheres. In einem Briefe Redi's vom December des Jahres 1674 heißt es, daß Stenson „vielleicht schon in einigen Wochen in Florenz eintreffen und möglicherweise Swammerdam mitbringen würde, der für einen sehr begabten jungen Mann gelte."

Swammerdam, von dem hier die Rede ist, war der berühmte holländische Naturforscher, einer der größten Geister seines Jahrhunderts, dessen Lebensgeschichte in einigen Punkten bemerkenswerthe Aehnlichkeit mit der Stenson's zeigt. Swammerdam stand unter der Herrschaft einer gewissen Antoinette Bourignon de la Porte, welche mit ihrer religiösen Schwärmerei einen so verhängnißvollen Einfluß auf ihn übte, daß er tiefsinnig wurde, sich dem Mysticismus ergab und gegen Ende seines Lebens sich nur noch mit Theologie beschäftigte. Stenson endigte in ähnlicher Weise. Die Frau, welche ihn beherrschte, war eine Nonne zu Florenz, eine gewisse Schwester Maria Flavia del Nero. Bezüglich dieser Persönlichkeit habe ich Nachforschungen angestellt, aber es scheint mir hier nicht der Ort, an der Hand von Zeugnissen einen geschichtlichen Abriß über die innersten Lebensbeziehungen Stenson's zu geben. In der That war es für mich eine interessante

Beschäftigung, dem Lebenslauf dieser frommen Schwester nachzuspüren, um den Einfluß kennen zu lernen, den sie auf den Uebertritt Stenson's und seine Rückkehr nach Florenz hatte. Einige an diese Frau gerichtete Briefe Stenson's haben sich erhalten, auch finden sich eigenhändige Aufzeichnungen von ihr in der Chronik ihres Klosters. Sie schrieb dieselben im höheren Alter und bezeichnet darin Stenson's Bekehrung und heiliges Leben als ihr Werk.

Einer von einem Zeitgenossen verfaßten Biographie Stenson's entnehme ich Folgendes: „Welche Menge von Bußübungen und Werken der Barmherzigkeit hat er nicht verrichtet, als er vom Herzog von Hannover zum Amt eines Bischofs berufen wurde! Er hatte das Gelübde gethan, von Florenz nach Loreto zu wallfahrten, von dort nach Rom und von Rom weiter nach Hannover, und er wanderte nun zu Fuß, bettelnd, nachdem er vorher alle seine Güter unter die Armen vertheilt hatte, meist barfuß, um sein Gelübde zu erfüllen; aber als er in Loreto ankam, hatte er seine Gesundheit eingebüßt und mußte im Spital gepflegt werden, ehe er weiter pilgern konnte."*)

Wie haben sich doch die Zeiten geändert! Bei wem weckten heute diese erhabenen Thorheiten nicht ein mitleidiges Gefühl? Gleichwohl lesen wir in der Lebensbeschreibung, die uns Manni gegeben hat, daß Stenson aus den erlittenen Martern, die seinen vorzeitigen Tod herbeiführten, ein Verdienst gemacht wird. Wir wissen aus gut beglaubigten Zeugnissen, daß er in Norddeutschland, wo er alle Kraft einsetzte, um seiner Kirche einige verlorene Provinzen zurückzugewinnen, „ein im höchsten Grade aufreibendes Leben führte."**) Seine

*) Manni, Leben Stenson's. S. 268.

**) Anon, „Notizie della vita a della morte di Monsignor Niccolò Stenone." Dies Manuskript befindet sich in der National-Bibliothek zu Florenz, wo gleichfalls mehrere eigenhändig von Stenson an Magliabecchi geschriebene Briefe aufbewahrt werden.

letzten Jahre waren die eines Märtyrers, indem Bußübungen und Nachtwachen ihm schließlich den Tod bereiteten. Er starb, kaum 48 Jahre alt, im vollen Eifer für seine Mission zu Schwerin in Mecklenburg im Jahre 1686. Zweifelhaft bleibt, ob seine Liebe für Italien so innig geblieben war, daß sie ihm den Wunsch einflößte, daselbst begraben zu werden, oder ob die religiöse Unduldsamkeit jener Tage ihm einen Ruheplatz in der heimischen Erde mißgönnt hat. Cosimo von Medici ließ seine sterblichen Ueberreste mit hohen Ehren nach Florenz überführen, wo sie in San Lorenzo unter der großartigen Kuppel ruhen, in der Nähe der Denkmäler, durch welche Michelangelo die Grabkapelle jenes um Kunst und Wissenschaft hochverdienten Fürstengeschlechts unsterblich machte.

Eines Tages suchte ich Stenson's Grabstätte in der tiefliegenden Kapelle von San Lorenzo auf. Um zu ihr zu gelangen, schreitet man an dem Grabstein vorüber, welcher die Gebeine Donatelli's, des großen Meisters der Realistik in der Kunst, deckt. Gegenüber liegt die Krypta Cosimo's, des „Vaters seines Landes", und rechter Hand gewahrt man eine in einen Pfeiler eingelassene Gedenktafel folgenden Inhalts:

NICOLAI STENONIS
EPISCOPI TITOPOLITANI
VIRI DEO PLENI
QUIDQUID MORTALE FUIT HIC SITUM EST*)
. . . .

Weiter erzählt die Inschrift von den großen Thaten, die er der Kirche leistete. Dieser Grabstein wurde wenige Jahre nach Stenson's Hinscheiden gesetzt, als noch der Wunsch, ihn heilig zu sprechen, in Vielen lebendig war. Mit keiner Silbe

*) Von Nicolaus Stenson, Bischof von Titopolis, dem gotterfüllten Manne, liegt hier alles das, was sterblich war.

wird darin der unvergänglichen Verdienste erwähnt, welche sich Stenson um die Naturwissenschaft erwarb. Religion und Glaube verdunkelten den nicht minder großen und reinen Ruhm, der ihm für alle Zeiten in der Physiologie und in der Wissenschaft überhaupt bleiben wird.

Drittes Kapitel.

Woher stammt die Kraft der Muskeln und des Gehirnes.

I.

Bei den Maschinen kennt man den Ursprung der Bewegung. Das Mühlrad wird durch Wasser, welches auf schiefer Ebene darüber hingleitet, getrieben, und die entferntere Ursache dieser Bewegung ist die Sonnenwärme, welche das Wasser aus dem Meere auffaugt und zu Wolken verdichtet, deren Inhalt sich als Regen im Gebirge niederschlägt und dann in Bächen und Flüssen von dort herabkommt. Die Thurmuhr wird mittels eines Gewichtes, die Taschenuhr durch eine Feder in Gang gebracht. Die Energie, welche verloren geht, indem die Räder sich drehen, um uns die Zeit anzugeben, ist jener gleich, die angewendet wird, um die Uhr aufzuziehen. Bei dem Gewehre bringt die Verbindung von Kohle, Salpeter und Schwefel durch plötzliche Entzündung des Pulvers den Knall hervor und treibt die Kugel heraus. Beim Telegraphen verzehren sich Zink und Schwefelsäure, um den elektrischen Strom zu erzeugen.

Was ist nun aber in unserm Arm thätig, wenn wir einen Widerstand überwinden oder eine Arbeit thun? Was wird im Gehirne aufgebraucht, wenn wir denken? Um diese Fragen so gut wie möglich zu beantworten, müssen wir uns erst mit dem Gesetz der Erhaltung der Energie bekannt machen.

Zwei deutsche Aerzte, Robert Mayer und Hermann v. Helmholtz, waren die Entdecker dieses Gesetzes, welches ohne Widerspruch als die größte Entdeckung des Jahrhunderts anerkannt worden ist. Das Princip der Erhaltung der Energie findet seine augenscheinlichste und vollständige Erklärung auf dem Gebiete der mathematischen Mechanik. Ich muß mich hier darauf beschränken, einige aus der Elementarphysik genommene Beispiele anzuführen.*)

Es ist allgemein bekannt, daß sich an den Eisenbahnwagen die Achsen der Räder entzünden, wenn die Reibung der Radnaben nicht durch Fett gemindert wird. Die Wärme ist nicht etwa eine neue Materie, die wir hinzuthun, sondern rührt von der Bewegung her, die wir die Atome des Körpers selbst ausführen lassen. Wir sehen dies tagtäglich beim Anzünden eines Streichholzes, wir erfahren es, wenn wir unsere Hände stark aneinander reiben, wobei sie sich erhitzen; wenn sie sehr trocken sind, so stark, daß die Epidermis dabei einen brenzlichen Geruch von sich giebt.

Die erste von Menschen erfundene Maschine wäre, Reuleaux zufolge, ein an dem einen Ende zugespitztes Stück Holz gewesen, das in ein zweites im Erdboden befestigtes und ausgehöhltes gesteckt und in vertikaler Richtung so lange in quirlender Bewegung erhalten worden sei, bis sich aus der Höhlung Funken erhoben hätten.

---

*) Wer Näheres darüber zu erfahren wünscht, in welcher Weise sich diese neue Naturphilosophie entwickelt hat, lese die populärwissenschaftlichen Vorträge von H. von Helmholtz, „Ueber die Erhaltung der Kraft" (1862, wiederabgedruckt in „Vorträge und Reden" 1884, I, 119 fg.) und von Robert Mayer, „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur" (1842), „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel" (1845), „Die Mechanik der Wärme" (1867, sämmtlich von neuem abgedruckt in den „Gesammelten Schriften", Stuttgart 1874).

Die Physiker haben bewiesen, daß „man eine gewisse Menge Wärme in eine entsprechende Menge Arbeitsleistung umsetzen kann, und daß man diese wiederum genau in dieselbe Menge Wärme, aus welcher sie entwickelt wurde, zurückverwandeln kann." In mechanischer Hinsicht sind beide einander gleichwerthig. Die Dampfmaschine, welche dem Menschen so großen Gewinn brachte, hat auch der Wissenschaft großen Nutzen gebracht; denn indem sie die Wärme in Bewegung umsetzte, bewies sie, daß zur Hervorbringung derselben Wärme verzehrt wird, und daß die mechanische Arbeit eine neue Form ist, in welcher sich eine bestimmte Menge Wärme offenbaren kann.

Wenn wir eine Feder spiralförmig aufwinden und sie gespannt erhalten, wie dies bei manchem Kinderspielzeug der Fall ist, so verwandelt sich die Arbeitsleistung, welche bei dieser Thätigkeit verbraucht schien, in eine Spannungsenergie, die man potentiell nennt. Sobald die Feder befreit wird, dehnt sie sich, schnellt auf und läßt die Arbeit, die es uns kostete, sie zusammenzupressen, in der Gestalt von Bewegungsenergie wieder frei. Die gleiche Bewandtniß hat es mit einem Steine oder einem Felsstück, das mit Hülfe von Hebeln von den Arbeitern auf den Mauerkranz eines Neubaues gehoben wird. Beim Heraufwinden desselben möchte es scheinen, als ob sich die Kraft der Arme, die Bewegungsenergie, hiermit erschöpft habe; die gemachte Arbeit ist indessen nicht verloren; sie bleibt potentiell eingeschlossen in dem Felsstück, welches wir von der Erde entfernt hatten. Fiele der Stein aus jener Höhe auf den Erdboden nieder, so würde seine Energie der Lage wieder völlig in Bewegungsenergie verwandelt, welche ebenso groß ist, wie diejenige, die wir anwenden mußten, ihn hinaufzuwinden.

Das Licht sowohl wie die Wärme entstehen durch eine Bewegung der Molecüle in den Körpern. Die Physiker nehmen an, daß es eine unwägbare Substanz giebt, die sie Aether

nennen. Dieser Aether erfüllt den Raum und wirkt auf unser Auge mittels wellenförmiger Schwingungen. Von diesen Lichtwellen, von ihrer Länge und der Schnelligkeit, mit welcher sie sich im Raume ausbreiten, spricht man jetzt mit derselben Gewißheit wie von jenen Kreisen, die sich auf stillen Wassern ausbreiten, wenn ein fremder Körper den Wasserspiegel berührt.

Um die Natur der Wärme und des Lichtes zu verstehen, braucht man nur an so Vieles, was wir in einer Schmiede gesehen haben, zu denken. Wird das Eisen erhitzt, so erscheint es zuerst braun, dann roth; bei zunehmender Gluth wird es weißglühend. Sobald die Molecüle die höchste Schnelligkeit ihrer Schwingungen erreicht haben, wird das auf den Ambos gelegte Eisen die Schmiede erhellen. Je mehr es sich dagegen abkühlt, wird es allmälig wieder glanzlos und braun, und die Schwingungen, welche als Licht auf unser Auge einwirkten, werden erlöschen. Nähern wir die Hand dem Eisen, so fühlen wir, daß es noch glühend ist, aber dann vollziehen sich langsamere Wellenschwingungen, die das Auge nicht mehr wahrnimmt, während die Hand sie noch als Hitze fühlt. Auf dem Kongreß der Naturforscher, der im Jahre 1889 in Heidelberg tagte, bewies Professor Hertz aus Bonn, daß auch die Elektricität sich in Wellenform fortpflanzt und denselben Gesetzen folgt wie das Licht. Er eröffnete damit einen neuen Gesichtskreis auf dem Gebiete der Physik.

Das überzeugendste Beispiel von der Umwandlung der Energie ist noch immer das, welches der Schmied uns liefert, wenn er einen Nagel durch wiederholte starke Schläge auf dem Ambos glühend macht. Eine jede Energie kann durch die Arbeitsleistung gemessen werden, welche die Einheit der Masse ausführen würde, wenn sie aus einer bestimmten Höhe herabfiele; oder auch durch die Wärmemenge, welche nöthig ist, um ein Kilogramm Wasser von 0° auf 1° zu erhitzen. Kilogrammmeter nennt man die Arbeit, die dazu nöthig ist,

ein Kilogramm zu einer Höhe von einem Meter zu erheben. Die der Einheit der Wärme entsprechende mechanische Arbeit beträgt 425 Kilogrammmeter, d. h. um die Temperatur eines Kilogramm Wasser um einen Grad Celsius zu erheben, würde eine Arbeit nöthig sein, die im Stande wäre, 425 Kilogramm zu 1 Meter Höhe zu erheben, und umgekehrt.

Seitdem die Physiker die Energie, unter welcher Form sie sich auch zeige, messen lernten, bewiesen sie auch, daß bei allen ihren Umwandlungen nichts verloren geht.

Die von mir angeführten Beispiele und alle andern Erscheinungen, die uns in der Natur entgegentreten, werden unter einem unwandelbaren Gesetz vereinigt, das keine Ausnahmen zuläßt. Die Feder, die wir gespannt erhielten, indem wir sie einpreßten, kann später eine gewisse Arbeit verrichten, aber sie wird lahm und giebt nach, wenn ihre Spannkraft durch Verrichtung einer ihr angemessenen Arbeit erschöpft ist. Der Baustein, der bis zum Mauerkranz des Baues hinaufgewunden wurde, kann im Herunterfallen eine Arbeit leisten, sobald er aber am Boden angekommen ist, hört seine Fähigkeit, eine neue Wirkung zu thun, auf.

Wenn Sauerstoff und Kohlenstoff sich verbinden, so entstehen Wärme und Licht, aber sobald diese Verbindung hergestellt und die Wärme entwichen ist, kann die Kohlensäure, die zurückbleibt, weder eine Kraft äußern, noch Wärme geben. Um den elektrischen Strom zu erzeugen, müssen wir chemische oder mechanische Kräfte verwenden, oder, wie es bei der elektrischen Beleuchtung geschieht, wir können uns der Wärme bedienen, wenn wir sie vorher in kinetische Energie, dann in Elektricität und sodann in Licht umgesetzt haben.

Aus allen diesen Beispielen geht hervor, daß, sobald die Potentialität einer Naturkraft durch Verrichtung einer Arbeit erschöpft ist, stets eine derselben äquivalente neue Wirkung zur Erscheinung kommt.

Ich kann nicht umhin, einige Stellen aus Helmholtz' berühmtem Vortrage über „Die Erhaltung der Kraft", im Winter 1862 zu Karlsruhe gehalten, anzuführen. Wenn man die Werke dieses hervorragenden Gelehrten betrachtet, welcher eine unverwischbare Spur in der Geschichte des menschlichen Denkens hinterlassen wird, muß man, von Bewunderung durchdrungen, über die Klarheit staunen, mit der er die schwierigsten Fragen der Naturphilosophie zum Verständniß bringt.*)

„Wenn nun eine gewisse mechanische Arbeitsmenge verloren geht, so wird, wie die darauf gerichteten Untersuchungen übereinstimmend gelehrt haben, ein entsprechendes Aequivalent von Wärme gewonnen, oder statt dieser auch von chemischer Kraft; und umgekehrt, wenn Wärme verloren geht, gewinnen wir eine äquivalente Menge von chemischer oder mechanischer Arbeitskraft, und wenn chemische verloren geht, von Wärme oder Arbeit, so daß bei allen diesen Wechselwirkungen zwischen den verschiedenartigen unorganischen Naturkräften Arbeitskraft zwar in einer Form verschwinden kann, dann aber in genau äquivalenter Menge in anderer Form neu auftritt, also weder vermehrt noch vermindert wird, sondern immer in gleichbleibender Menge bestehen bleibt.

„Daß dasselbe Gesetz auch für die Vorgänge in der organischen Natur gilt, soweit bisher die Thatsachen geprüft sind, werden wir später sehen.

„Daraus folgt: daß die Summe der wirkungsfähigen Kraftmenge im Naturganzen bei allen Veränderungen in der Natur ewig und unverändert dieselbe bleibt. Alle Veränderung in der Natur besteht darin, daß die Arbeitskraft ihre Form und ihren Ort wechselt, ohne daß ihre Quantität verändert wird."

---

*) Vorträge und Reden von H. v. Helmholtz, Braunschweig 1884, Band I, S. 187.

II.

Wenn sich durch Verdampfung des Wassers Wolken über dem Meeresspiegel bilden, so wird dadurch erfahrungsgemäß eine gewisse Menge Wärme gebunden. Auch der Wind, welcher die Wolken am Himmel einhertreibt, erhält seine Bewegung von der Sonnenwärme; denn die Ungleichheit der Temperatur an den verschiedenen Punkten der Erdoberfläche bringt die atmosphärischen Strömungen hervor. Der Wasserdampf, der in die höheren Regionen der Atmosphäre emporgehoben und zu Wasser verdichtet als Regen oder Schnee herabfällt, die Bäche und Flüsse, der schmelzende Gletscher, geben in verschiedener Weise die gesammte Energie zurück, welche von der Sonne aufgewendet wurde.

Aber was erwärmt nun unsern Körper und macht ihn fähig, Bewegungen auszuführen? Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts glaubte man, es sei die in uns vorhandene Lebenskraft, und noch ein Jahrhundert früher hielt die von Borelli gegründete iatromechanische Schule an der Meinung fest, die Blutwärme entstehe durch eine Reibung, die das Blut an den Wänden der Schlagadern und Venen vollbringe, oder auch durch eine Gährung, und mit dieser Ansicht war man der Wahrheit nahe gekommen. Robert Mayer äußert sich in seiner berühmten Abhandlung „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel"*) folgendermaßen:

„Die Sonne ist eine nach menschlichen Begriffen unerschöpfliche Quelle physischer Kraft. Der Strom dieser Kraft, der sich auch über unsere Erde ergießt, ist die beständig sich

*) R. Mayer, Die Mechanik der Wärme, in: Gesammelte Schriften, 2. Aufl., Stuttgart 1874, S. 53—63. Ins Italienische übersetzt von G. Verruti, Turin 1869, S. 39.

spannende Feder, die das Getriebe irdischer Thätigkeit im Gange erhält. Bei der großen Menge von Kraft, welche unsere Erde in den Weltenraum als wellenförmige Bewegung fortwährend hinausschickt, müßte ihre Oberfläche, ohne beständigen Wiederersatz, alsbald in Todeskälte erstarren.

„Die Natur hat sich die Aufgabe gestellt, das der Erde zuströmende Licht im Fluge zu haschen und die beweglichste aller Kräfte, in starre Form umgewandelt, aufzuspeichern. Zur Erreichung dieses Zweckes hat sie die Erdkruste mit Organismen überzogen, welche lebend das Sonnenlicht in sich aufnehmen und unter Verwendung dieser Kraft eine fortlaufende Summe chemischer Differenz erzeugen.

„Diese Organismen sind die Pflanzen. Die Pflanzenwelt bildet ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixirt und zur Nutznießung aufgespeichert werden; eine ökonomische Fürsorge, an welche die physische Existenz des Menschengeschlechtes unzertrennlich geknüpft ist und die bei der Anschauung einer reichen Vegetation in jedem Auge ein instinktartiges Wohlgefallen erregt.

„Die Pflanzen nehmen eine Kraft, das Licht, auf, und bringen eine Kraft hervor: die chemische Differenz.

„Die durch die Thätigkeit der Pflanzen angesammelte physische Kraft fällt einer andern Klasse von Geschöpfen anheim, die den Vorrath durch Raub sich zueignen und ihn zu individuellen Zwecken verwenden. Es sind dieses die Thiere.

„Das lebende Thier nimmt fortwährend aus dem Pflanzenreiche stammende brennbare Stoffe in sich auf, um sie mit dem Sauerstoff der Atmosphäre wieder zu verbinden. Parallel diesem Aufwande läuft die das Thierleben charakterisirende Leistung: die Hervorbringung mechanischer Effekte, die Erzeugung von Bewegungen, die Hebung von Lasten.

„Die chemische Kraft, welche in den eingeführten Nahrungsmitteln und in dem eingeathmeten Sauerstoff enthalten

ist, ist also die Quelle zweier Kraftäußerungen, der Bewegung und der Wärme, und die Summe der von einem Thiere producirten physischen Kräfte ist gleich der Größe des gleichzeitig erfolgenden chemischen Processes."

Wenn wir auf den Schmiedeofen angezündete Kohlen legen und mittels des Blasebalges einen Luftstrom darüber hinleiten, so treffen die Atome des Sauerstoffes mit Gewalt auf diejenigen des Kohlenstoffes und die Molecüle, die durch diese Verbindung entstehen, werden in eine sehr schnell schwingende Bewegung versetzt. Die Potentialkraft der Verwandtschaft zwischen Kohlen- und Sauerstoff setzt sich in Wärme um. Das Produkt dieser Vereinigung wird heiß und leuchtend. Die Energie der Sonnenstrahlen, welche erloschen schien, indem sich in den Pflanzenblättern durch Abscheidung des in der Luft enthaltenen Kohlenstoffes neue Verbindungen bildeten, eben diese Energie war Jahre hindurch in den Fasern des Holzes unthätig geblieben und erscheint jetzt wieder, erweckt durch die Erschütterung und die Bewegung der Atome, welche sich wieder zu Molecülen zusammenfügen und Wärme und Licht erzeugen.

Nachdem man die eigentliche Natur der Vorgänge bei Verbrennungen erkannt hatte, fand man bald, daß sich auch beim Athmen eine solche vollzieht zwischen dem Sauerstoff der Luft und dem Kohlenstoff unserer Gewebe, und daß sowohl die Wärme unseres Körpers als auch die von ihm ausgeführten Bewegungen einer einfachen Verwandlung der von der Sonne ausgehenden Energie ihre Entstehung verdanken. Diese Verknüpfung der Thatsachen war so augenscheinlich, daß kein Widerspruch laut wurde. Selbst Pater Secchi sagt am Schlusse seines Werkes „Die Einheit der physischen Kräfte"*): „So hängt demnach Alles vom Stoffe und von der Bewegung

*) A. Secchi, L'Unità delle forze fisiche, pag. 377. 354. II.

ab und wir sind hiermit auf die wahre Naturphilosophie, wie sie Galilei einführte, zurückgekommen, daß nämlich Alles in der Natur auf Stoff und Bewegung zurückzuführen ist, daß Alles einfache Umwandlung der Materie ist, lediglich durch Verschiebung der Theile oder die Art der Bewegung herbeigeführt."

Von dem Leben der Thiere sprechend, fügt er hinzu: „Die Behauptung, es sei in den lebenden Thieren eine von der gewöhnlichen Molecularthätigkeit unabhängige Quelle des Lebens oder eine besondere Lebenskraft vorhanden, oder es vollzögen sich in ihnen andere chemische Vorgänge als in den unorganischen Wesen; diese Behauptung ist falsch."

III.

Die Physiologie, wie die Chemie, die Physik und alle Wissenschaften, gründet sich auf zwei Grundsätze. Der eine, von Lavoisier begründete ist der von der Erhaltung des Stoffes. Er besagt, daß bei allen chemischen Vorgängen weder etwas verloren geht, noch etwas Neues hinzukommt. Ob wir die Körper im Schmelzofen zerstören, ob wir sie zu Asche verbrennen oder verdampfen; wie verwickelt auch das Verfahren sei und wie bewunderungswürdig und mächtig die chemischen Vorgänge in der Natur sich vollziehen mögen: Nichts wird dadurch zerstört und Nichts neu erschaffen. Der Stoff bleibt in seinem Gewicht unwandelbar derselbe bis in alle Ewigkeit. Er kann neue Verbindungen eingehen, kann neue Formen annehmen oder, sich in Dämpfe und Gase verflüchtigend, unsichtbar werden: die Wage folgt ihm überall hin und weist sein Fortbestehen nach. Die Anzahl der Atome ist von Ewigkeit an die gleiche geblieben und wird sich in Ewigkeit nicht verändern.

Das zweite Grundgesetz ist das von der Erhaltung der Energie. Man könnte diese beiden Gesetze den Ariadnefaden nennen, der uns den Weg durch das Reich des Unbekannten zeigt. Durch sie wurden die dunkelsten Gebiete der Wissenschaft wie durch einen Lichtstrahl erhellt, so daß wir den Weg, den wir beim Studium der Molecularmechanik zu verfolgen haben, erkennen konnten.

Mit den Naturerscheinungen der Ernährung und Reproduktion sind die seelischen so nahe verwandt, daß wir dieselben nothwendig als eine Lebensfunktion anerkennen müssen. Hier beginnen Hypothesen, die von frühern Schulen auf uns gekommen sind, nach und nach andern Meinungen zu weichen. So glaubte man, daß die Menschen- und die Thierseele durch einen nicht zu überbrückenden Abgrund getrennt seien; daß die Thiere von blindem Instinkt geleitet würden und daß Nichts in ihrem Innern vorhanden sei, was, sich vervollkommnend und unvermerkt stufenweise wachsend, sich schließlich dennoch zu Vernunft entwickeln könne.

Romanes hat uns in seinen zahlreichen Werken*) eine Fülle von Beobachtungen mitgetheilt, durch welche er uns die Ueberzeugung aufdrängt, daß die seelischen Bethätigungen eine ununterbrochene Kette bilden, die sich zwar verzweigt, aber nie unterbricht, die ihren Ausgang von den niedrigsten Thieren nimmt und im Menschen endet, und daß die elementare Fähigkeit unserer Vernunft ihren Ursprung in jenen Erscheinungen hat, die das Nervensystem der allereinfachsten Lebewesen aufweist.

Als Freund und Schüler Darwin's bekannt, hat Romanes in seinen Schriften einen erstaunlichen Reichthum von Beweisen niedergelegt, die er beim Studium der Seelenvorgänge in lebenden Wesen sammelte und wodurch es ihm gelang,

*) Romanes, (Animal Intelligence — Mental Evolution in Animals — Mental Evolution in Man).

einige sichere Anhaltspunkte bezüglich des Ursprungs der Gedanken zu gewinnen.

In der Psychologie Antonio Rosmini's befindet sich ein vollständiger geschichtlicher Abriß von Sinnsprüchen aller bekannten Philosophen über die Natur der Seele. Es ist dies ein sehr gelehrtes Werk, welches Jeder gern lesen wird, selbst wenn er des Verfassers Ansichten nicht theilen sollte. Rosmini schließt mit folgenden Worten: „Wieviele Nachtwachen, wie viele Anstrengungen und welche Fülle von Betrachtungen haben die angeführten Meinungen den höchsten, edelsten Geistern verursacht! Und dennoch, obgleich Alle dasselbe Ziel soviele Jahrhunderte hindurch zu erreichen strebten, gelang es ihnen nicht, zu einer Uebereinstimmung zu kommen; man möchte fast sagen, daß die Wahrheit die Menschen vereinige, die Wissenschaft dagegen sie entzweie."

Ich halte es indessen nicht für richtig, den Vorwurf zu erheben, die Wissenschaft trenne uns. Was uns trennt, ist die Hast, mit der wir alle Fragen, alle Räthsel, die uns die Natur vorlegt, lösen möchten, sowie unsere mangelnde Kritik; daneben auch der blinde und unbedingte Glaube an Hypothesen, die ihren Grund nicht in der Erfahrung haben.

Die gegenwärtig geltenden Lehren über das Wesen der Seele lassen sich auf zwei zurückführen. Die eine ist die orthodoxe und liegt außerhalb der Wissenschaft; die andere ist die aus der Physiologie hergeleitete. Die Anhänger der ersteren halten dafür, daß die Seele ein Etwas sei, das keine Eigenschaft mit dem Körper oder der Materie gemein habe, weder Ausdehnung noch Form habe. Sie glauben, daß dieselbe unsichtbar mit dem Körper geboren sei und derart untrennbar mit seinen organischen Bestandtheilen zusammenhänge, daß jede Veränderung, die in der Seele vorgeht, auch eine solche im Körper nach sich ziehe, noch mehr, daß auch unabhängig

von äußern Ursachen, und ohne daß ein Anstoß irgend welcher Art die Veranlassung gebe, die stofflichen Bewegungen des Organismus durch die innewohnende Seele eine Veränderung erleiden könnten. Die Physiologen dagegen halten dafür, daß die psychischen Vorgänge eine Gehirnthätigkeit sind. Sie behaupten nicht, hiermit die Natur des Gedankens ergründet zu haben, aber sie nähren die Hoffnung, noch an dies Ziel gelangen zu können, und vor die Wahl zwischen der spiritualistischen Lehre und der von der Erhaltung der Energie gestellt, erklären sie sich für letztere.

Wenn wir uns das Weltall von festen unwandelbaren Gesetzen regiert vorstellen, so können wir keine andere Lehre anerkennen. Wenn wir, dem Lichte unserer Vernunft vertrauend, überzeugt sind, daß die psychischen Vorgänge in den Grenzen der Wissenschaft enthalten sind; wenn wir die Gewißheit erlangt haben, daß sie eine natürliche Erscheinung sind und als eine Bethätigung der Energie und der im Gehirn vorgehenden Veränderungen aufzufassen sind, so können wir nicht eine Lehre zu unserer Richtschnur nehmen, die unser Verstand unfähig ist zu begreifen, mit deren Annahme wir gezwungen sind, bei jedem Gedanken, bei jeder Empfindung unsere Zuflucht zu einem Wunder zu nehmen, um die Wirkung einer immateriellen Sache auf eine materielle zu erklären und umgekehrt. Es ist unmöglich, bei der Erforschung psychischer Zustände eine Hypothese zu Grunde zu legen, die uns von Anfang an mit allen bis jetzt durch die Wissenschaft bekannten Thatsachen in Widerspruch setzen und zu Ungereimtheiten führen würde.

Alle in der Natur vorkommenden Erscheinungen sind auf eine Ursache zurückzuführen und diese entspricht der durch sie hervorgebrachten Wirkung. Wollte man an einen Physiologen die Forderung stellen, den unwiderleglichen Beweis zu erbringen, daß die Gehirnfunktionen nicht durch ein Etwas voll-

bracht werden, das weder Stoff ist, noch mit dem Körper zusammenhängt, so müßte er die Antwort schuldig bleiben. Zieht er dagegen Rückschlüsse auf ähnliche Vorgänge, und vergleicht diese im Gehirne sich vollziehenden Vorgänge mit allen andern Naturerscheinungen, so sieht er sich zu der Annahme gezwungen, daß auch das Gehirn dem Gesetze von der Erhaltung der Energie unterworfen ist. Ja, die Wahrscheinlichkeit dieser Annahme ist so groß, daß sie an Gewißheit grenzt.

Schon vor fast zwei Jahrhunderten sagt Locke in seinem „Traktat über das menschliche Begriffsvermögen"*): „In allen Fällen, wo uns die Vernunft eine klare, unwiderlegliche Entscheidung giebt, kann man uns nicht zwingen, derselben zu widerstreben und eine andere Ansicht, unter dem Vorwande, es sei dies Sache des Glaubens, anzunehmen; denn der Glaube hat keinerlei bindende Kraft gegen die klar und entschieden ausgesprochenen Vernunftschlüsse."

In einem Punkte nur gehen Wissenschaft und Glaube Hand in Hand, und zwar darin, daß sie anerkennen müssen, die Grundursachen seien unerforschlich, und daß der menschliche Verstand nicht fähig ist, bis zu dem Urgrund des Stoffes und der Kraft durchzudringen. Und noch in einem zweiten müssen wir uns vereinigen, wie verschiedenartig auch unser Glaube oder die Philosophie sei, zu der wir uns bekennen, ich meine die Art, wie wir auf wissenschaftlicher Grundlage Gesetze zu ergründen streben, denen eine Naturerscheinung unterworfen ist. Die Physiologie erkennt weder die künstlichen Spaltungen der Schulen, noch die des Glaubens an; sie geht unbeirrt im Forschen nach dem Wahren voran: sie verfolgt den Zweck, festzustellen, wie eine Naturerscheinung zu verschiedenen Zeiten sich in gleicher Weise, falls die

---

*) Locke, Essai philosophique concernant l'entendement humain. Livre IV, chap. XVIII.

Bedingungen dieselben sind, vollzieht, sei es im Gehirne oder in irgend einem andern Organe des Körpers.

IV.

Alles Leben ist so zu sagen ein Kind der Sonne. Die Strahlen, welche mit ihren Wellenschwingungen in das Chlorophyll der Pflanzenblätter eindringen, vollbringen dort einen chemischen Proceß, wie ihn keiner der mächtig wirkenden Apparate, die der heutigen Wissenschaft dienen, zu leisten im Stande wäre. Das Leben spendende Sonnenlicht wird aufgesogen und dann verwandelt; seine Potentialkraft wird auf diese Weise eingeschläfert, wenn man so sagen darf, und bleibt ruhend in den Blättern, in den Samenkörnern, in den eiweißartigen Substanzen, die sich in den Zellen der Pflanzen bilden.

Indem die grünen Blätter die in Luft und Wasser enthaltene Kohlensäure zerlegen, lassen sie den Sauerstoff entweichen und behalten den Kohlenstoff in ihren Geweben zum Aufbau des festen Pflanzenkörpers zurück. Die wachsende Pflanze nimmt kleine Mengen Kohlenstoff, mit Wasserstoff vereinigt, in sich auf und häuft so als potentielle Energie die Kraft der Sonnenstrahlen an, die bei dieser Umsetzung absorbirt wurden.

Die Thiere sind kraft des Mechanismus ihrer Organe befähigt, die Substanzen, die das Pflanzenreich ihnen emsig bereitet, zu verwerthen. Die Stärke, das Mehl der Zellen, die Eiweißkörper, welche die Pflanzen in ihren Samen, Früchten und Wurzelknollen zur Ernährung der nachfolgenden Generationen aufspeichert, die Arbeit, welche sie zur Erhaltung der Gattung vollbringt, kommt ihren Sprößlingen nicht allein zu Gute: ein Theil derselben wird den

Thieren zur Beute, welche durch Zerstörung der Pflanzen das Leben fristen und ihre Kraft vermehren. Auch in den Organen unseres Körpers finden die eingenommenen Pflanzennahrungstheile den Sauerstoff vor, von dem sie früher gewaltsam losgerissen wurden; in dem sich durch den Lebensproceß der Sauerstoff von neuem mit Kohlenstoff verbindet, wird die Energie, die erstorben schien, neu geweckt, es entwickeln sich Wärme und mechanische Arbeit.

Die Felsen, das kahle Meeresgestade, die mit Sand bedeckten Landstrecken werden von der Sonne erwärmt und kühlen sich dann wieder ab, indem sie die aufgenommene Wärme wieder ausstrahlen. Die im Aehrenschmuck prangenden Felder dagegen, die mit Blumen und Gräsern geschmückten Wiesen, die Weinberge, an deren Geländen sich die Stärke zubereitet, die später in den Trauben als Zucker auftritt, die Wälder mit ihren blätterreichen Bäumen geben nicht alle Sonnenwärme, nicht das ganze Quantum Sonnenlicht wieder zurück. Wenn in einer dicht gefüllten Stube nach und nach die Temperatur steigt, so ist dies ein Theil der von Wäldern und Feldern aufgesogenen Sonnenwärme, die wir Menschen an die Atmosphäre wieder abgeben.

Die pflanzenfressenden Thiere erhalten ihre Blutwärme durch die von den Pflanzen aufgesogene Sonnenwärme. Die Substanzen, welche diese Thiere in Muskeln, Gehirn oder Eingeweide aufgenommen haben, um sie in Bewegungskraft umzusetzen, werden wiederum andern, stärkern Thieren zur Beute, noch ehe die ersteren Zeit hatten, die Stoffe für sich nutzbar zu machen, die nunmehr von den stärkern verwerthet und in Wärme und Bewegung umgewandelt werden.

Matteucci erzählt in seinen „Vorträgen über die physischen Erscheinungen an lebenden Körpern“*), daß er einst mit dem

*) Matteucci, Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants. Paris 1847, pag. 303.

berühmten Ingenieur Robert Stephenson eine Reise gemacht habe, bei welcher Gelegenheit sie einen Mann nach einem 40 Meilen entfernten Orte schicken mußten. Matteucci habe gefragt, welches Kohlenquantum nöthig sein würde, um den Mann mittels Locomotive 40 Meilen weit zu befördern, worauf Stephenson die Antwort gegeben, fünf Kilogramm würden genügen. Matteucci fügt hinzu:

„Die abgeschickte Person brauchte nicht ganz zehn Stunden zu dem Wege, so daß die durch den Athmungsproceß verbrauchte Menge Kohlenstoff 150 Gramm nicht überstieg, also etwa $^{1}/_{33}$ von der Menge, die zur Heizung einer Locomotive, die dieselbe Strecke zu durchmessen gehabt hätte, verbraucht worden wäre. Die Arbeitsleistung, welche die Nerven kraft des chemischen Processes verrichten, ist demnach viel bedeutender als diejenige des gleichen Processes, bei dem sich Kraft in Wärme umsetzt."

Ich habe dieses Beispiel angeführt, um zu beweisen, daß in manchen Aufsätzen, die vor Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie geschrieben sind, der Begriff der Umsetzung nicht unbekannt war; aber es fehlte noch der Gedanke der Gleichwerthigkeit beider Größen.

Bereits Lucretius hat den Ausspruch gethan:

De nihilo quoniam fieri nil posse videmus.*)

Aber erst seit R. Mayer und v. Helmholtz wissen wir genau, daß alle Arten der mechanischen Bewegung eine Verwandlung der Sonnenwärme sind, und daß der Wille im Stande ist, die in den Muskeln schlummernde Kraft aufzuwecken und in Thätigkeit zu setzen, aber auch, daß er nichts Neues erschaffen kann. So können Menschen und Thiere fortwährend

---

*) De rerum natura II, 288. „Da wir sehen, daß aus Nichts Nichts werden kann."

die in ihren Organismus aufgenommenen Stoffe verwandeln und die Kräfte, die schon in der Natur vorhanden waren, umformen, aber keine neuen hervorbringen.

„Das Weltall", sagt v. Helmholtz, „erscheint nach diesem Gesetze ausgestattet mit einem Vorrathe an Energie, der durch allen bunten Wechsel der Naturprocesse nicht vermehrt, aber auch nicht vermindert werden kann; der da fortbesteht in stets wechselnder Erscheinungsweise, aber, wie die Materie, von Ewigkeit zu Ewigkeit in unveränderlicher Größe."*)

Wir mögen einen Vorgang in der Natur, welcher Art er auch sei, beobachten, so müssen wir überzeugt sein, daß sich im Verlauf desselben eine entsprechende Kraftmenge verbraucht; sodann, daß eine Arbeitsgröße in eine andere umgesetzt wird, und schließlich, daß die Ursache, welche den Vorgang herbeiführte, eine gleichwerthige Wirkung hervorbringt.

V.

Der erste, welcher das Leben als einen chemischen Proceß hinstellte, war Lavoisier, und alle im Verlaufe des Jahrhunderts nach ihm in der Physiologie errungenen Fortschritte haben diesen Satz bestätigt. Die Muskeln bestehen aus dünnen Fasern, die, wie Röhrchen beschaffen, mit einer eiweißähnlichen Masse ausgefüllt sind und die Fähigkeit besitzen, sich zusammenzuziehen. Hat der Muskel das äußerste Maß seiner Zusammenziehung erreicht, so zeigt er nur ein Drittel seiner gewöhnlichen Länge.

*) H. v. Helmholtz, Vorträge und Reden. Braunschweig 1884. Bd. I, S. 349.

Die kleinste Nervenerregung ein Sinnesreiz von, nach unseren Begriffen, verschwindendem Arbeitswerth kann schon eine chemische Veränderung im Muskel und damit eine Zuckung in ihm hervorrufen. Wie mächtig die chemischen Vorgänge im Gehirne sich erweisen, erkennen wir an der Beharrlichkeit, mit welcher die Spuren gewisser Vorgänge sich darin erhalten; der durch irgend einen Anblick hervorgerufene Eindruck ist für das ganze Leben unauslöschbar, andere verwischen sich nur sehr langsam. Einerseits haben bei diesem Vorgang die Eiweißsubstanzen, die in den Muskelfasern enthalten sind, eine Verwandlung erfahren, andererseits hat die Erregung einen Seelenproceß erzeugt, anstatt eines mechanischen Vorgangs, und dieser offenbart sich nun in anderer Weise auf dem Felde des Bewußtseins.

Daß die chemischen Zersetzungen im Gehirne mächtiger wirken als in den Muskeln, kann man durch verschiedene Versuche beweisen. Um einen leichterer Art anzuführen, will ich zeigen, was in blutleeren Muskeln und bei Blutarmuth des Gehirnes vor sich geht.

Man kann das Blut, welches im Vorderarm circulirt, durch Wickelung mit elastischen Binden forttreiben, und schließlich durch Umschnürung verhindern, daß neues eindringt, und man sieht dann, daß die Hand bleich wie die einer Leiche wird und sich in Zeit von einer Viertelstunde um drei bis vier Grad abkühlt. Indessen verliert sie hierdurch nicht ganz ihre Bewegungskraft, denn noch nach 1/2 Stunde, nachdem das Blut nicht mehr darin cirkulirt, können sich die Finger bewegen und zur Faust ballen. Erst nach 1/4 bis 1/2 Stunde entsteht ein mit Schmerz verbundenes Kribbeln, das uns schließlich zwingt, den Blutumlauf wieder im Arme herzustellen.

In meinem Buche „Ueber die Furcht" handelt ein Kapitel von der Cirkulation des Blutes im Gehirne während der

Erregungen. Auf dieses Thema greife ich jetzt zurück, um die Veränderungen darzustellen, die bei vermindertem Blutstrom die Gehirnthätigkeit erleidet. Diese Erfahrungen geben uns einen der schlagendsten Beweise für das unzertrennliche Band, welches alle seelischen Vorgänge mit den Funktionen des materiellen Organismus verknüpft. Die Großhirnhemisphären sind so leicht durch eine Ursache, die ihre Ernährung beeinträchtigt, in ihrer Thätigkeit zu stören, daß sogleich das Bewußtsein schwindet, wenn nur für wenige Sekunden die zum Gehirne strömende Blutmenge sich verringert.

Es ist dies eine Erfahrung, die ich an Bertino machte, über dessen Geschichte mein eben genanntes Buch handelt.*) Um nicht noch einmal die genaue Konstruktion des Apparates erklären zu müssen, den ich erfand, um den Blutumlauf im Gehirne zu studiren, gebe ich eine Abbildung, aus welcher man ersieht, wie sich mir die Erfahrung, die ich jetzt beschreiben werde, aufdrängte.

Bertino hatte mitten auf der Stirn ein Loch (Fig. 1) in der Größe von 2 Centimeter. Ich bedeckte dasselbe mit einer Guttaperchaplatte, in deren Mitte eine Glasröhre eingelassen war. Dieser Röhre schloß sich als Verlängerung eine andere von Gummi an. AB stand in Verbindung mit einer Trommel F, welche mittels eines Stiftes G die vom Gehirne der Luft mitgetheilten Bewegungen auf der Schreibfläche verzeichnen sollte.

Ich führe hier eine Stelle aus meinem Buche „Ueber den Kreislauf des Blutes im menschlichen Gehirne" an, das meine Studien über Anämie und Hyperämie des Gehirnes enthält.**)

---

*) Die Furcht. Kap. 4, Abschn. 5, S. 69 ff.

**) A. Mosso, Ueber den Kreislauf des Blutes im menschlichen Gehirn. Leipzig, Veit & Co., 1881, S. 198.

Am 29. September 1877 Mittags um 1 Uhr schickte ich mich im Verein mit Dr. de Paoli an, Beobachtungen über

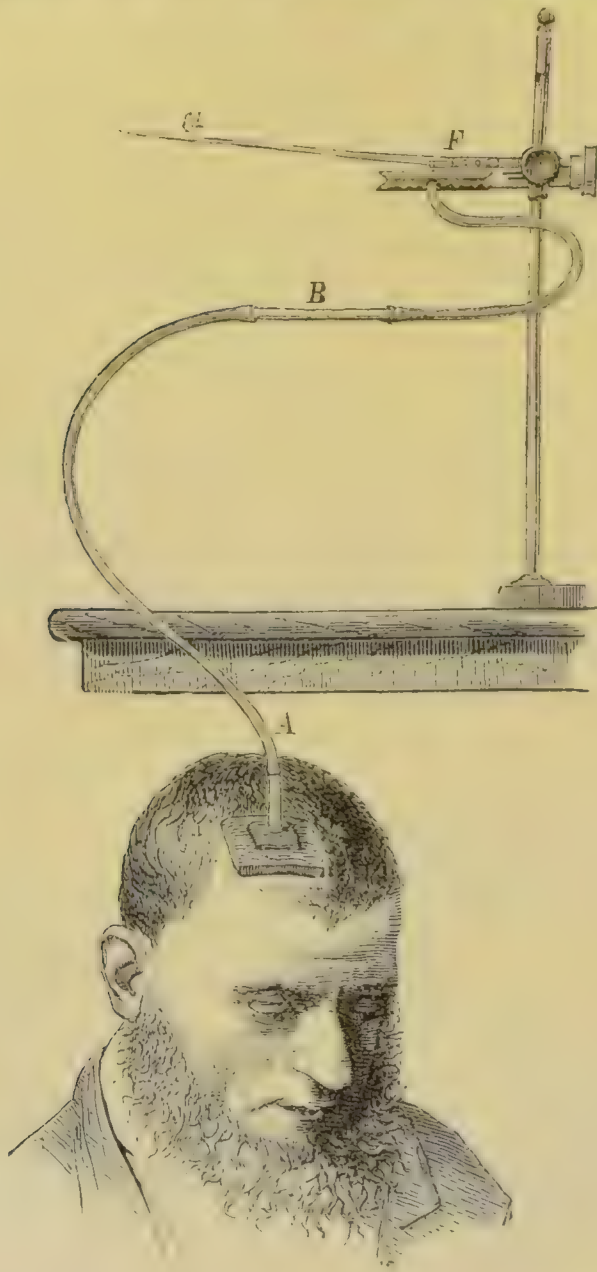


Fig 1.
Anordnung des an Bertino zur Registrirung des Hirnpulses angewandten Apparates.

Blutleere im Gehirne zu machen. Demgemäß befestigte ich die Guttaperchascheibe auf dem Kopfe Bertino's, um die sich

vollziehenden Gehirnbewegungen aufzeichnen zu können. Die Linie C der Fig. 2 stellt die vom Gehirne hervorgebrachten Pulsationen dar. Ich setzte nun dem Manne meinen Hydrosphygmograph an den rechten Arm, um gleichzeitig die Pulsschläge an jenem Körpertheile zu verzeichnen. Wir sehen in der Linie A das An- und Abschwellen verzeichnet, welches sich bei jeder Zusammenziehung des Herzens im Vorderarme vollzieht, und in der Linie C den entsprechenden Vorgang im Gehirne.

Ich hatte Bertino vorher erklärt, worum es sich handele, und ihn gebeten, auf alle seine Empfindungen während des Versuches wohl Acht zu geben, damit er sie uns nachher mittheilen könne. Nun setzte sich de Paoli vor ihn hin und legte ihm seine Daumen auf die zwei Schlagadern des Halses, deren Pulsation man dort wahrnehmen kann und die den Namen Karotiden führen. Während ich den Stift des Instrumentes beobachtete, der die im Gehirne vorgehenden Pulsationsbewegungen aufzeichnen sollte, begann de Paoli einen leichten Druck auf die Arterien auszuüben, um sie zu schließen; woran ich ihn sogleich verhindern wollte, sobald ich ein Aussetzen des Pulses wahrnehmen würde. So war Alles für den Versuch vorbereitet. Bertino sagte Nichts. Das Uhrwerk, welches die Schreibfläche in Bewegung setzt, wurde in Gang gebracht und die Kurven C und A (Fig. 2) verzeichnet. In dem mit α bezeichneten Punkte werden die Karotiden zusammengedrückt. Man sieht, daß die beiden ersten Pulsschläge höher, der dritte niedriger ist und daß das Gehirn schnell an Umfang abnimmt. Nach der achten Zusammenziehung des Herzens beginnt der Pulsschlag so langsam und so klein zu werden, daß er schließlich nicht mehr sichtbar ist. Mit dem zwölften Pulsschlage, etwa fünf Sekunden, nachdem die Blutentziehung begonnen hatte, wurde Bertino von Krämpfen befallen. Ich sah ihn an; er war

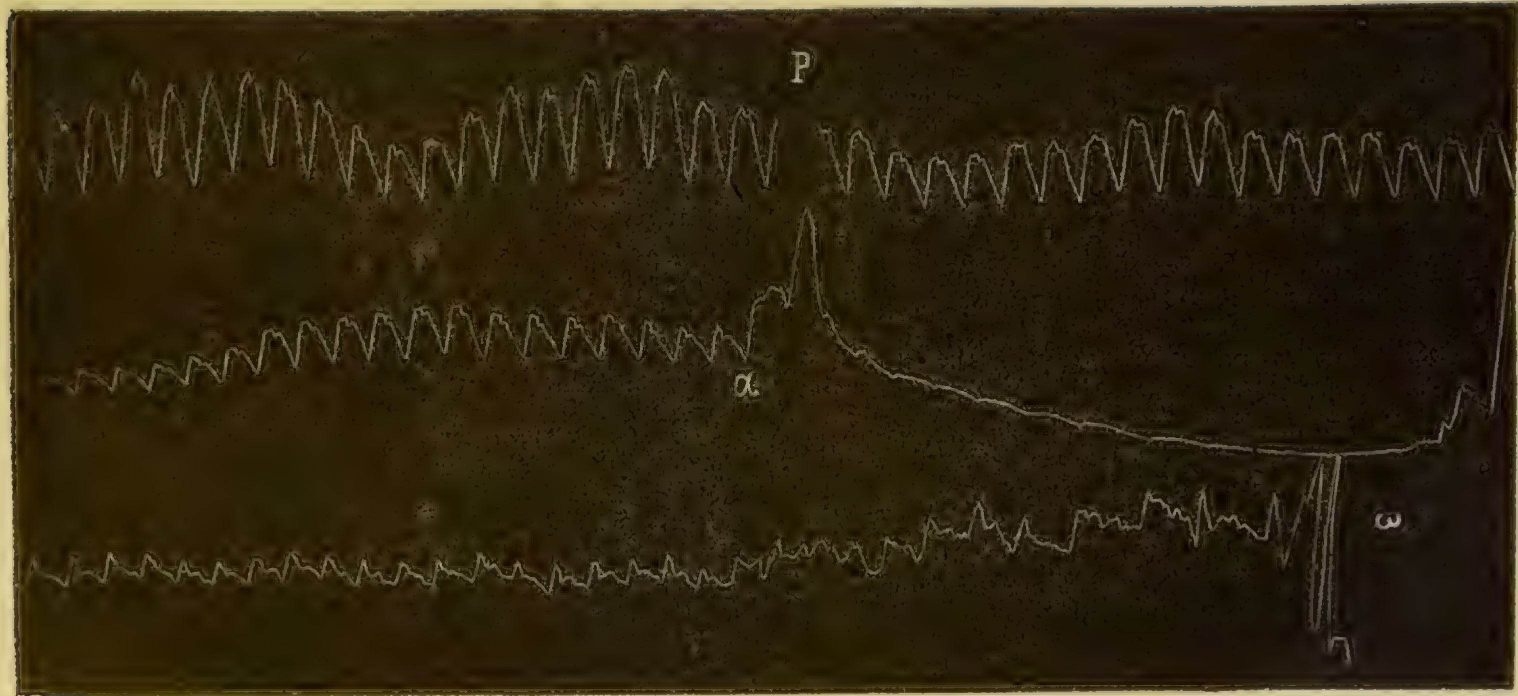


Fig. 2. Bertino-Kurve des Vorderarmpulses A und des Hirnpulses C gleichzeitig während der Kompression der Karotiden geschrieben. Die Anämie des Gehirnes dauerte von α bis ω. C′ Weitere Hirnpulskurve 20 Sekunden nach Aufhören der Kompression geschrieben.

bleich im Gesicht, hatte die Augen nach oben gekehrt, und ich bedeutete sogleich de Paoli, mit der Kompression nachzulassen. Bertino öffnete die Augen wie verstört. Die Verzeichnung der Pulsschläge im Gehirne nahm ohne Unterbrechung ihren Fortgang. Der mit ω bezeichnete Punkt giebt den Augenblick an, wo die Blutleere aufhörte. Bertino sagte aus, daß Alles dunkel um ihn her geworden sei, daß er aber keine unangenehme Empfindung dabei gehabt habe. Er hatte die Besinnung verloren gehabt, das stand fest, denn beim Erwachen war er erstaunt gewesen, sich in jener Lage und an diesem Orte zu finden. Er spuckte aus und bekannte, ein leichtes Gefühl von Uebelkeit zu haben, doch forderte er uns schon bald danach auf, von neuem zu beginnen. Wir verwunderten uns über seine Kaltblütigkeit, denn im Zustande der Bewußtlosigkeit hatte er unter Verdrehung der Augen und todtenblaß mit den Armen krampfhafte Bewegungen gemacht, so daß uns der Muth völlig vergangen war, den Versuch fortzusetzen oder ihn an einem andern Tage zu wiederholen, um die Vorgänge, die sich bei Blutleere im Gehirne vollziehen, zu studiren.

Die Linie C′ zeichnete ich 20 Sekunden nach Eintritt der Krampferscheinungen auf; den Puls am Arme konnte ich nicht vermerken, weil durch die unruhigen Bewegungen Bertino's der Apparat in Unordnung gerathen war. Was am meisten in der Zeichnung C′ auffällt, ist die Höhe der Pulsschläge. Diese Zunahme ist nicht einem stärkeren Herzschlage zuzuschreiben, sondern die Erscheinung beruht nur auf lokalen Ursachen. Es ist ein Erschlaffen der Blutgefäßwände, durch Verminderung der Blutcirkulation herbeigeführt. Mit größter Leichtigkeit läßt sich die eben erwähnte Lähmung der Blutgefäße am Arme beobachten, indem man mit dem Finger die Ellenbogenarterien zudrückt und dann, schnell loslassend, dem Blute wieder freien Zugang in dieselbe gestattet.

Dieselbe Veränderung wird in den Zellen der Gehirnrinde vor sich gehen, ja in ihnen muß die Lähmung viel schneller eintreten, weil in kaum 6 bis 7 Sekunden das Bewußtsein schon geschwunden war.

In der ungemein leichten Reaktion der Blutgefäße des Gehirnes, in der Erweiterung, die sie erleiden, sobald ein verminderter Blutzudrang in Folge mangelnder Ernährung stattfindet, müssen wir einen der Mechanismen erkennen, mit welchen die Natur die Funktionen der wichtigsten Organe sicher stellt. Das wirksamste Mittel die durch mangelnde Ernährung, durch Verminderung oder Stockung des Blutumlaufs hervorgerufenen Störungen im Gehirne oder in einem andern Organe des Körpers sofort auszugleichen, besteht in der That darin, durch eine Erweiterung der Blutgefäße einen reichlicheren Blutzufluß in die betreffenden Organe zu veranlassen.

Will sich Jemand durch Versuche am eignen Körper von der Wichtigkeit der Blutcirkulation auf dem Felde der Nerventhätigkeit überzeugen, so halte er mit der flachen Hand das eine Auge zu und drücke mit der Spitze des Zeigefingers auf den äußern Winkel des Augenlids am sehenden Auge. Alsbald, nach 8 bis 10 Sekunden wird Alles um ihn her dunkel werden, so daß er Nichts mehr unterscheidet. Die durch den Druck im Auge entstandene Blutleere genügt, die Thätigkeit der Netzhaut lahm zu legen. Wenn wir bedenken, daß ein Muskel sich noch 20 Minuten nach Unterbrechung der Blutcirkulation bewegen kann, so giebt dies uns die Ueberzeugung, daß das Gehirn als das Organ zu betrachten ist, welches des schnellsten Stoffwechsels zu seiner Thätigkeit bedarf. Und dieser Vergleich ist noch nicht einmal erschöpfend. Dem Gehirne wird das Blut mittels vier großer Schlagadern zugeführt; zwei derselben kommen innerlich an den Wirbeln des Halses empor und heißen deshalb die Wirbel-

arterien. Bei dem an Bertino ausgeführten Versuche wurden nur die zwei Karotiden zusammengedrückt, also nur ein Theil der dem Gehirne zuströmenden Blutmenge zurückgehalten und schon diese Hälfte genügte, um Bewußtlosigkeit hervorzurufen.

Viertes Kapitel.

Die allgemeinen und besondern Merkzeichen der Ermüdung.

I.

Wenn es einer mahnenden Erinnerung bedürfte, die Zweifler darauf hinzuweisen, daß es in den Naturwissenschaften Nichts giebt, das für unmöglich erklärt werden kann, so würde es genügen, ihnen die Art ins Gedächtniß zu rufen, wie man dazu gelangt ist, die Schnelligkeit der Ausbreitung der Nervenerregung wahrnehmbar zu machen und zu messen. Einer der größten Physiologen unseres Jahrhunderts war Johannes Müller; er gehört zu denen, welche die Funktionen der Nerven am eingehendsten studirt haben. In seinem berühmten Werke über die Physiologie*) sagt er bei Besprechung der Art, wie die Nervenerregung sich fortpflanzt: „Das in den Nervenfasern wirksame Princip hat eine solche Tension, daß die geringste Oscillation des Nervenprincips, in irgend einem Theile der Länge einer Faser erregt, die ganze Faser auf der Stelle in Thätigkeit setzt, und die Bewegung des Muskels am peripherischen oder Muskelende der Faser erfolgt. Die

*) J. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. 2. Band, 4. Auflage, Seite 93.

Lösung dieser Aufgabe ist bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft und vielleicht immer unmöglich."

Wenige Jahre später, im J. 1850, bestimmte H. v. Helmholtz, ein Schüler Müller's, aufs Genaueste die Schnelligkeit, mit welcher die Befehle, die das Gehirn zu den Muskeln gelangen läßt, entlang der Nerven sich fortpflanzen; er maß die Schnelligkeit, mit welcher die auf die Oberfläche des Körpers einwirkenden Eindrücke zum Gehirne geleitet werden. Ein Jeder wird schon die Bemerkung gemacht haben, daß er, wenn er sich gestochen fühlt, die Hand unwillkürlich zurückzieht. Helmholtz berechnete die Zeit, welche zwischen dem Moment, wo der Stich geschieht, bis zu dem verfließt, wo der Schmerz empfunden wird; von dem Augenblicke der Schmerzempfindung bis zu jenem, wo man die Muskeln, welche die Hand bewegen, zur Zusammenziehung bringt. Er fand, daß die Erregung mit einer Geschwindigkeit von dreißig Meter in der Sekunde die motorischen Nerven durchläuft.

Wenig verschieden hiervon ist die Schnelligkeit, mit welcher sich die Erregung in den sensiblen Nerven verbreitet, welche den Reiz von der Peripherie des Körpers zu den Nervencentren leiten. Einige Forscher ermittelten, daß die Geschwindigkeit einer derartigen Nervenleitung sich auf zwanzig Meter in der Sekunde vermindern kann.

Die von v. Helmholtz gemachten Studien waren der erste Lichtstrahl, der die Finsterniß durchbrach, welche noch immer die Natur der Vorgänge im Nervensystem umhüllt, und befremdend wirkte auf Alle die Erkenntniß, daß sich die freiwilligen Bewegungen, unsere Empfindlichkeit und die seelischen Vorgänge mit so geringer Geschwindigkeit in den Nerven fortpflanzen.

Um ein Beispiel anzuführen, welches sich dem Gedächtniß einprägt, wollen wir einmal annehmen, die Bildsäule der Freiheit von Bartholdy, in der Bai von New-York, werde

durch ein Wunder lebendig. Die Amerikaner mit ihrem unruhigen, praktischen Sinn würden uns diese Frau, die ihnen die Franzosen schenkten, bald zurückschicken, weil sie ihnen zu Nichts dienlich wäre, nicht einmal zur Hüterin ihres Hafens; so langsam würden sich ihre Empfindungen und Bewegungen vollziehen. Da die Statue 42 Meter hoch ist, so würde man, vorausgesetzt, daß sie Nerven und Rückenmark wie die Menschen besäße, nach Berührung ihrer Füße ungefähr vier Sekunden warten müssen, ehe sie ein Zeichen der Empfindung und der Bewegung von sich geben würde.

Die große Entdeckung von v. Helmholtz: die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes in motorischen und sensiblen Nerven wurde der Anfang einer neuen wissenschaftlichen Epoche, auch für das Studium der Zusammenziehung der Muskeln. Um seine Forschungen anzustellen, verfertigte v. Helmholtz ein Instrument, welches die Zusammenziehungen der Muskeln verzeichnete, und welchem er deshalb den Namen Myograph beilegte. Er isolirte aus einem Froschschenkel die Muskeln, welche der Wade entsprechen, und indem er mit einer Zange den Knochen des Knies festhielt, befestigte er die Achillessehne an einem Hebel, welcher die Zusammenziehungen des Muskels vergrößert aufschrieb. Die Spitze dieses Hebels, welche einen mit Rauch geschwärzten Cylinder streifte, zeichnete, so lange der Muskel ruhte, eine horizontale Linie, erhob sich dagegen vertikal in dem Augenblick, wo der Muskel sich verkürzte. Auf diese Art kam zum ersten Male die graphische Methode zur Anwendung, um die Zeit zu messen, welche die Erregung gebraucht, um die Nerven zu durchlaufen.

Bei der Bewegung der Muskeln müssen wir die einfache Zuckung von der dauernden Zusammenziehung unterscheiden. Die Zuckung ist eine äußerst schnelle Muskelbewegung, die sich vollzieht als Folge eines einfachen Reizes. Ich wüßte unter

den natürlichen Muskelbewegungen kein Beispiel einer eigentlichen Zuckung anzugeben. Das Schließen der Augenlider, die Zusammenziehung des Herzens, das Schluchzen werden sicherlich von mehr als nur einem, aus den Nervencentren zu den Muskeln geleiteten Reiz verursacht. Um einen Begriff von einer Zuckung zu bekommen, muß man den momentanen Reiz einer elektrischen Entladung auf einen Nerv oder Muskel appliciren. Bei dem Frosch dauert die hierauf folgende Bewegung kaum ein Zehntel einer Sekunde. Bei andern Thieren hält sie länger an, bis zu einer ganzen Sekunde. Die Zusammenziehung ist immer von längerer Dauer als die Zuckung, weil erstere von einer Reihe von Erregungen hervorgebracht wird.

Unsere Sinne, selbst das Auge, sind zu langsam im Erfassen von Naturvorgängen nach Art der Zuckungen, und können uns keine Dienste leisten beim Studium von Naturvorgängen, welche sich in kleinen Bruchtheilen einer Sekunde vollziehen. Dagegen liefert uns die graphische Methode ein Bild, welches genau die kleinsten Einzelheiten der Bewegung wiedergiebt und uns somit eine ganze Welt von Naturvorgängen offenbart, die uns unklar oder unbekannt geblieben wären.

Wir werden in Bälde die Veränderungen, welche durch die Ermüdung in der Zusammenziehung der Muskeln hervorgebracht werden, kennen lernen. Der bekannte Leipziger Philosoph W. Wundt war seit dem Jahre 1858 darauf bedacht, wie er den Myograph nutzbar machen könne, um die Veränderungen zu beobachten, welche die Ermüdung in den Muskeln bewirkt.

II.

Die Anwendung der registrirenden Instrumente zum Studium rascher Bewegungen rührt von C. Ludwig her, in dessen Händen sie zu einer Reihe der glänzendsten Entdeckungen führte; nach ihm machte Marey mit seinem Talente für Mechanik, der Eleganz seiner Methoden und seiner unermüdlichen Ausdauer die graphische Methode in der Medicin populär. Bald nachdem v. Helmholtz seine Arbeiten veröffentlicht hatte, wandte sich eine Schaar der tüchtigsten Physiologen dem Studium der Physiologie der Muskeln und Nerven zu. Ich führe unter denselben Fick, Heidenhain und Pflüger an. Marey vervollkommnete den Myograph und vermied die Fehler, welche die zu schweren Myographen in der Zuckungs-Kurve hervorbrachten. Einige Physiologen beschränkten sich darauf, nur die Höhe der Zusammenziehungen aufzuschreiben. Diese Methode hatte den Vortheil, daß man die Intensität der Zusammenziehung in einer Reihe von Erregungen vergleichen konnte, aber sie ließ nicht die Veränderungen, welche im Verlauf jeder einzelnen Zusammenziehung erfolgen, erkennen. Marey kam auf den Gedanken alle Kontraktionen, die der Muskel bis zu seiner Ermüdung ausführt, über einander zu schreiben; er erhielt dadurch eine Zeichnung, wie die auf folgender Seite.*)

Figur 3 stellt die Aufzeichnung von neunzig Muskelzuckungen dar, von denen die folgende immer über die vorhergehende, von unten angefangen, gezeichnet wurde. Ich will die Einrichtung des Apparates nicht beschreiben, der Leser wird seine Verrichtung schon verstehen, wenn ich die Figur erkläre. Nehmen wir an, das vom übrigen Körper los-

---

*) Marey, Du mouvement dans les fonctions de la vie. Paris 1868, pag. 238.

getrennte Froschbein trüge, an einer Zehenspitze angebunden, einen Schreibstift; derselbe zeichne eine weiße Linie auf ein rauchgeschwärztes Stück Papier, welches die Oberfläche eines schnell rotirenden Cylinders bedeckt. Sobald der elektrische

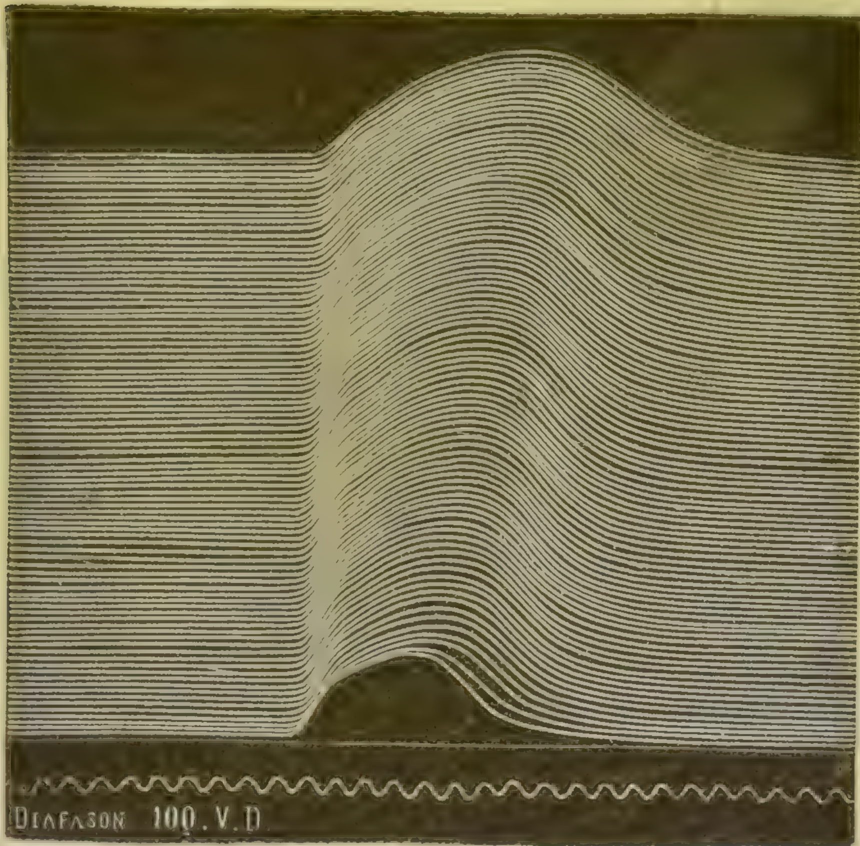


Fig. 3. Aufzeichnung der myographischen Zuckungs-Kurven eines Froschbeines. Die zu unterst befindlichen sind die ersten, die obersten die zuletzt ausgeführten, an welchen die Wirkung der Ermüdung ersichtlich ist. Eine Registrirstimmgabel, welche 100 Schwingungen in der Sekunde machte, zeichnete die am untern Rande befindliche Schlangenlinie. Jede Schwingung entspricht $^1/_{100}$ einer Sekunde, woraus sich die absolute Dauer der verschiedenen Phasen einer Zuckung berechnen läßt. (Marey.)

Strom zum ersten Male den Nerven erregt, zieht sich der Muskel zusammen und schreibt die erste Zuckungs-Kurve, die sich auf der Zeichnung zu unterst befindet. Verweilen wir einen Augenblick bei dieser ersten Zuckung.

Die Wellenlinie, welche am untersten Rande zu sehen ist, wurde von einer Stimmgabel geschrieben, die 100 Schwingungen in der Sekunde ausführte. Dies giebt uns das Zeitmaß für die Dauer der einzelnen Vorgänge während der Zuckung: unter analogen Bedingungen würde die Zeichnung, die der Muskel eines Menschen machte, wenig verschieden sein. Der elektrische Reiz oder Induktionsschlag ist von so kurzer Dauer, daß man ihn im Verhältnisse zu den im Muskel stattfindenden Bewegungen als momentan bezeichnen kann. Der Muskel zieht sich indessen nicht sofort zusammen; es vergeht der hundertste Theil einer Sekunde, ehe er sich in Bewegung setzt. Diese Verspätung nennt man das Stadium der latenten Reizung. Sobald die Zuckung beginnt, erhebt sich die Linie. Die Zeitdauer, während welcher der Muskel allmählich den äußersten Grad seiner Verkürzung erreicht, beträgt 3—4 Hundertstel einer Sekunde, und dies nennt man das Stadium der steigenden Energie. Darauf folgt das Stadium der sinkenden Energie, in welchem, wie ersichtlich, die Linie fällt, weil der Muskel zu seiner ursprünglichen Länge zurückkehrt.

Der Apparat ist derart eingerichtet, daß bei jeder Cylinderumdrehung das ganze Froschbein sammt seiner Stütze etwa einen Millimeter in die Höhe gehoben wird. Mittels eines Metallzahns, der in den rauchgeschwärzten Cylinder eingelassen ist, wird ferner der auslösende Reiz an derselben Stelle, an welcher bei der vorhergehenden Umdrehung die erste Erregung stattgefunden hatte, wieder ertheilt. Der Muskel schreibt, indem er sich zusammenzieht, über die erste Zusammenziehung eine andere, die wenig verschieden von jener ist. Bei aufmerksamer Betrachtung sehen wir, daß sich allmählich die Zuckungs-Kurven in dem Grade verändern, als der Muskel ermüdet. Auf diese Weise ist die letzte Linie oben sehr verschieden von der ersten unten. Obschon die Erregung des Nervs während der Dauer sämmt-

licher Zuckungen die gleiche ist, so finden wir doch, daß zuletzt der ermüdete Muskel länger im zusammengezogenen Zustande verharrt als am Anfang, wo er ausgeruht war; und die längere Dauer der Zuckung gilt sowohl für das Stadium der steigenden wie der sinkenden Energie; indessen ist die Wirkung auffälliger im letztgenannten Stadium. Es unterscheidet sich also der ermüdete Muskel von dem ausgeruhten dadurch, daß die Einzelzuckung in der Ermüdung langsamer verläuft.

III.

Mit dem Studium der Ermüdung wird der Name Hugo Kronecker's untrennbar verbunden bleiben. Als ich im Jahre 1873 im Laboratorium zu Leipzig eintraf, kam ich noch gerade rechtzeitig, um den letzten Versuchen zu assistiren, welche er zur Vervollständigung seiner Untersuchungen über die Ermüdung und die Erholung der quergestreiften Muskeln des Frosches anstellte.*) Es erscheint mir eine Pflicht, ja, mehr noch, es gereicht mir zur Befriedigung, zu erklären, daß es diese Versuche waren, die den Wunsch in mir weckten, mich dem Studium der Ermüdung zu widmen. Die Exaktheit der Methode, die Eleganz der Apparate, die Genauigkeit der Resultate waren derart, daß sie jeden Anfänger hinreißen mußten, und so prägten sich denn jene Versuche, welche ich zum ersten Male von Professor Kronecker ausführen sah, derart in mein Gedächtniß ein, daß sie das Vorbild wurden, nach welchem ich mich von da an beständig bei meinen Untersuchungen über die Ermüdung gerichtet habe.

*) H. Kronecker, Ueber die Ermüdung und Erholung der quergestreiften Muskeln. Berichte der Verhandlungen der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. 1871, S. 718.

Die zuerst von Ludwig und Alex. Schmidt angestellten Untersuchungen hatten schon bewiesen, daß die Muskeln eines Hundes nach Abtrennung vom übrigen Körper noch geraume Zeit Lebenserscheinungen zeigen, wenn man vom Faserstoff befreites Blut auf künstliche Weise durch ihre Arterien strömen läßt.

Kronecker, welcher seine Versuche an Fröschen anstellte, schaltete einige Fehlerquellen aus, und gab dem Gesetze der Ermüdung seinen einfachsten Ausdruck.

Es gelang Kronecker, vom übrigen Körper abgetrennte Muskel 1000, ja 1500 Kontraktionen, eine über die andere, in größter Regelmäßigkeit aufzuzeichnen zu lassen. Indem sich nun die Zuckungen wiederholen, nimmt die Höhe derselben in dem Grade ab, wie die Ermüdung zunimmt, und zwar in regelmäßiger Weise bis zum völligen Verschwinden. Kronecker leitete daraus das Gesetz ab: „die Ermüdungs-Kurve des in gleichen Intervallen, mit gleich starken (maximalen) Induktionsschlägen gereizten, überlasteten Muskels ist eine gerade Linie."

Kronecker studirte die Veränderungen, welche im ermüdeten Muskel vor sich gehen, und zeigte die tiefgehenden individuellen Verschiedenheiten, die bei den Warmblütern sowohl als bei Fröschen in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung sich herausstellen.

Es giebt Hunde, welche nach 150 Zusammenziehungen nicht mehr reagiren und deren Muskeln im gereizten Zustande nur minimale und kaum sichtbare Verkürzung zeigen, während andere Hunde unter gleichen Verhältnissen 350, 500, sogar 1500 Kontraktionen bei einer Belastung von 40—50 Gramm ausführen, ehe sich ihre Kraft vollständig erschöpft.*)

---

*) A. a. O. S. 694.

Auf andere Ergebnisse der Kronecker'schen Untersuchungen werde ich im weitern Verlaufe Gelegenheit finden zurückzukommen.

IV.

Die Instrumente, welche zum Messen der Muskelkraft ersonnen sind, heißen Kraftmesser (Dynamometer) und sind nach Art der Federwagen konstruirt. Es war Buffon, der Régnier ersuchte, ihm eine Maschine herzurichten, mit welcher er genau die Stärke des Menschen in den verschiedenen Lebensaltern, in den verschiedenen Rassen und unter verschiedenen Verhältnissen messen könne. Der alte, von Régnier konstruirte Kraftmesser wird noch jetzt in der Medicin und Anthropologie verwendet. Derselbe besteht aus einer zum Oval zusammengebogenen Stahlfeder, auf welche man den Druck oder Zug des betreffenden Muskels einwirken läßt.

Einige dieser Instrumente können auch die Stärke der Kontraktionen angeben; man nennt sie registrirende Dynamometer oder Dynamographen.*) Diese haben indessen alle den schlimmen Fehler, daß sie keine konstanten Angaben machen. Dies ist leicht erklärlich, wenn wir bedenken, wie zahlreich die Muskeln sind, welche in Thätigkeit treten, sobald wir die Faust ballen. Der Fehler wird noch schlimmer, wenn man eine lange Reihe Zusammenziehungen ausführen will, weil in diesem Falle die Muskeln abwechselnd in Thätigkeit treten und beim Ermüden des einen ein anderer für ihn eintritt, dessen Kraft noch nicht erschöpft ist.

---

*) E. Morselli, Ueber Dynamographie. In: Rivista sperimentale di Freniatria, 1885. Vergl. die Abhandlung des Professors G. Zoja, Messungen der Muskelkraft des Menschen. In Mantegazza's Archivio di Antropologia, 1887, S. 43.

Fast alle Untersuchungen waren an dem vom Körper getrennten Froschmuskel angestellt worden. An diesem Präparate ist es aber nicht möglich, die normale Thätigkeit der Muskeln wiederherzustellen und die Thätigkeit eines Menschen nachzuahmen, welcher eine mechanische Arbeit verrichtet. Als ich mich diesem Studium hingab, suchte ich vor allem ein Instrument zu konstruiren, welches mit Genauigkeit die Arbeit der menschlichen Muskeln und die Schwankungen mäße, welche durch die Ermüdung während der Arbeit dieser Muskeln hervorgebracht werden können.

Es waren im Wesentlichen zwei Schwierigkeiten, die ich überwinden mußte. Die erste bestand darin, die Arbeit eines Muskels so gut zu isoliren, daß kein anderer ihm bei seiner Anstrengung helfen konnte, besonders wenn er ermüdet war. Die zweite Schwierigkeit lag darin, das eine Ende dieses Muskels gut zu fixiren, während das andere Ende, frei arbeitend, seine Zusammenziehungen aufzeichnen mußte. Dem Instrumente, welches ich konstruirte, gab ich den Namen Ergograph, „Arbeitsmesser". Es besteht aus zwei Theilen, einem, welcher die Hand festhält, und einem andern, welcher die Kontraktionen auf einem rauchgeschwärzten Cylinder, der langsam rotirt, verzeichnet, wie dies bei allen graphischen Untersuchungen geschieht.

Der Fixirapparat besteht aus einer 70 cm langen, 17 cm breiten, 0,7 cm dicken Eisenplatte, wie in Fig. 4 ersichtlich. Um zu verstehen, wie die Hand festgehalten wird, genügt es, die Abbildung 6 zu betrachten. Wir haben nämlich zwei Kissen AB (Fig. 4); auf dem ersten ruht der Rücken der Hand und auf dem andern, rinnenartig ausgehöhlten ruht der Vorderarm. Um die Hand auch nach der Seite zu fixiren, bediene ich mich zweier Schienen (CD), die so gemacht sind, daß sie das Handgelenk leicht drücken. Jede Schiene besteht aus einer konkaven Messingplatte, die auf der Innenseite gepolstert ist;

auf der äußern konveren Fläche ist ein cylindrischer Metallstab befestigt, welcher durch die Oeffnung einer Klemme geht, und dort mittels einer Schraube befestigt wird.

In Fig. 4 sehen wir vier gleiche Klemmen, welche mittels unterhalb befindlicher Schrauben an den Rand der Eisenplatte befestigt werden können. Anfangs, wenn man den Arm festlegen will, sind alle diese Klemmen frei. Nun wird die Hand mit der Rückseite auf das Kissen A gelegt, und der Vorderarm auf das Kissen B; dann nähert man die beiden Schienen CD, so daß dieselben die Hand im Gelenk gut pressen, hierauf

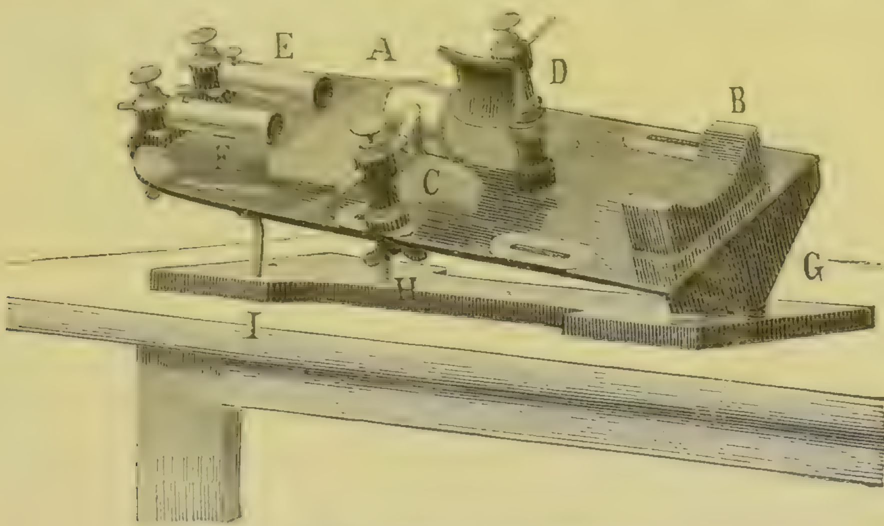


Fig. 4. Fixirapparat des Ergographen.

werden die oberen und unteren Schrauben der betreffenden Klemmen angezogen. Die Hand wird außerdem noch durch zwei Messingröhren FE fixirt, deren lichter Raum zwischen 18 und 22 Millimeter schwankt, je nach der Dicke des Fingers der Person, an welcher der Versuch gemacht wird. In die Röhre E wird der Zeigefinger, in die mit F bezeichnete der Ringfinger der rechten Hand gesteckt.

In dem Raum, welcher zwischen den Klemmen EF frei bleibt, bewegt sich der Mittelfinger, an welchen eine Schnur befestigt wird, die den Schreibapparat in Bewegung setzt.

Ich habe beobachtet, daß man den Arm, wenn er beim Arbeiten bequem liegen soll, nicht nach außen wenden, sondern ihn leicht nach innen drehen muß. Die Platte habe ich demgemäß ungefähr 30° nach innen geneigt, zugleich ist sie vom Ellenbogen nach der Spitze der Hand um 2 oder 3 cm gehoben. Diese zwei Neigungen machen es nöthig, die Stellung des Apparates zu verändern, je nachdem man Versuche mit dem rechten oder linken Arme anstellt; zu diesem Zwecke ist die Eisenplatte hinten in Form eines Dreiecks G geschnitten; vorne sind zwei Füße, der eine I ist 5 cm, der andere II 12 cm lang. Dieselben sind durch eine eiserne Querstange verbunden, die man auf der Figur nicht sieht, weil sie an der Unterseite der Eisenplatte liegt. Die Querstange läßt sich verstellen, so daß man nach Belieben den niedrigeren Fuß auf die eine oder andere Seite der Eisenplatte bringen kann; man verändert dadurch ihre Neigung einmal nach rechts, einmal nach links, je nach der Hand, an welcher man die Ermüdungs-Kurve studiren will.

Der andere Theil des Apparats ist die Schreibvorrichtung, Fig. 5. Er besteht aus einer 7 cm breiten, 32 cm langen Eisenplatte, welche zwei Messingsäulchen L, M trägt, die man in Fig. 5 von der Seite sieht; sie sind gabelförmig gestaltet und tragen zwei cylindrische Stahlstangen, 4 cm von einander entfernt, derart, daß sie die Führung des aus Metall verfertigten Läufers N bilden. Dieser gleitet mit zwei cylindrischen Oeffnungen auf den Stahlstangen und trägt einen 12 cm langen Metallstift mit Gänsefeder R, welche auf den rauchgeschwärzten Cylinder schreibt. Dieses Stiftchen hat eine Klemmschraube, mit welcher man die Feder höher oder niedriger stellt, um die Berührung mit dem berußten Cylinder herzustellen. Der Läufer N hat zwei Haken; an dem einen befestigt man die Schnur P, an welcher der Finger zieht. Diese Schnur trägt an ihrem Ende einen starken

Lederring C, welchen man über das erste Glied des Mittelfingers steckt. Am andern Haken des Läufers, welcher sich am entgegengesetzten Ende befindet, befestigt man mittels einer andern Schnur O ein Gewicht S von 3, 4 oder mehr Kilogramm (Fig. 5). Diese Schnur läuft über eine Metallrolle. Da diese dünnen Schnüre leicht schadhaft werden, wenn man

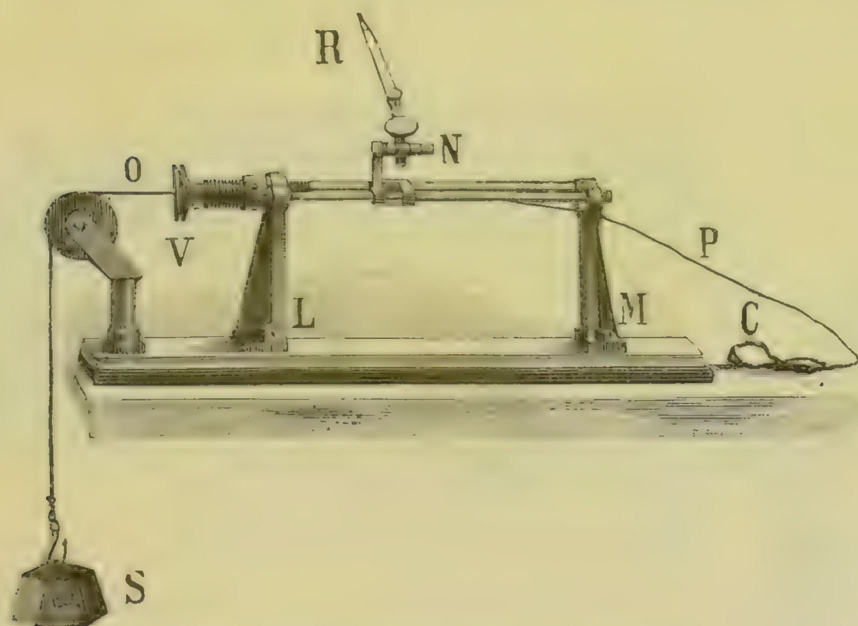


Fig. 5. Schreibvorrichtung des Ergographen.

fortgesetzt mit größern Gewichten arbeitet, ist es besser, Darmsaiten zu benutzen, wie sie zum Violoncell gebraucht werden.

Figur 6 stellt den Apparat dar zu einem Versuche fertig vorgerichtet. Es fehlt nur der rauchgeschwärzte Cylinder, der nicht gezeichnet zu werden braucht. Die Kontraktionen des Mittelfingers vollziehen sich nach dem Takt eines einfachen Pendels oder eines Metronoms.

V.

Betrachten wir die Zeichnung Fig. 7, welche die Ermüdungs-Kurve von Prof. Victor Aducco darstellt. Dieselbe ist im Jahre 1884 geschrieben.

Die rechte Hand war im Ergographen fixirt, wie es in Figur 6 dargestellt ist. Die Schnur des Gewichts ist am

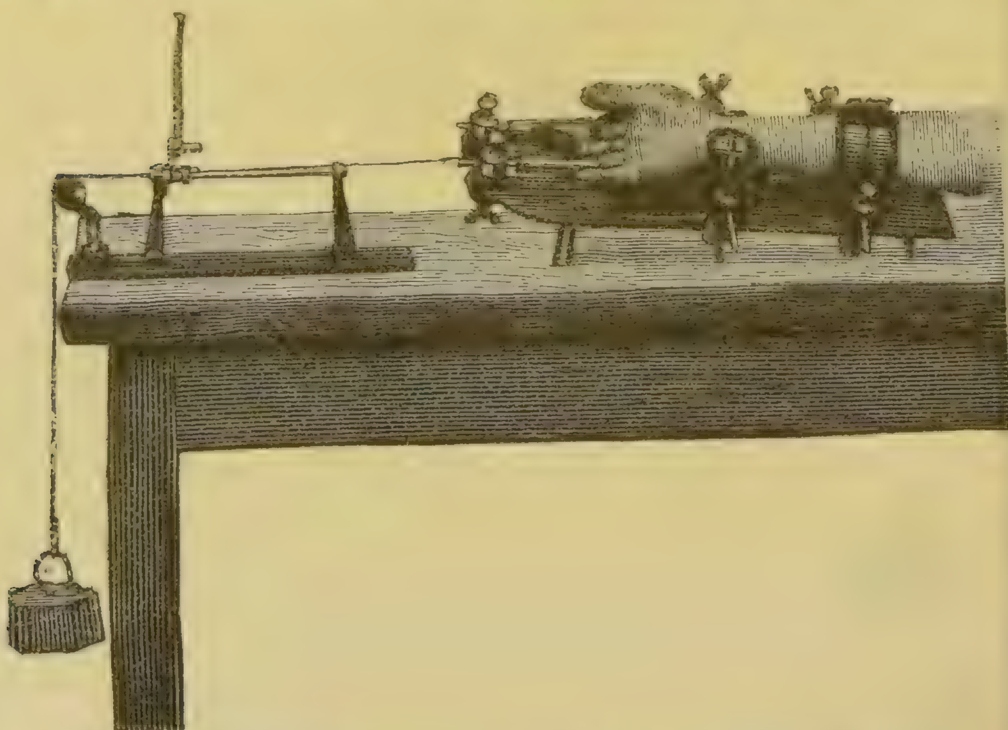


Fig. 6. Aufstellung des Ergographen, um eine Ermüdungs-Kurve auszuführen.

zweiten Glied des Mittelfingers befestigt und dieser hebt, indem er sich beugt, drei Kilogramm. Der Registrir-Apparat schreibt die Höhe auf, bis zu welcher sich bei jeder Zusammenziehung das Gewicht erhebt, wie man an der ersten, links befindlichen Linie sieht, und kehrt sofort nachher in die Ruhelage zurück. Ein Metronom schlägt aller zwei Sekunden einen Schlag. In diesem Takt fährt Prof. Aducco fort, die Beugemuskeln des Mittelfingers zusammenzuziehen. Wir

sehen, daß die Höhe der Kontraktionen allmählich sich vermindert, bis in Folge von Ermüdung den Muskeln nicht mehr die Kraft bleibt, das Gewicht aufzuheben, und somit die Zeichnung aufhört.

Das Profil der Figur, oder die Linie, welche man erlangt, wenn man den Scheitelpunkt einer jeden Kontraktion verfolgt, bildet eine Kurve, welche bei verschiedenen Personen verschieden ausfallen kann. Hierüber wußte ich mir keine Rechen-

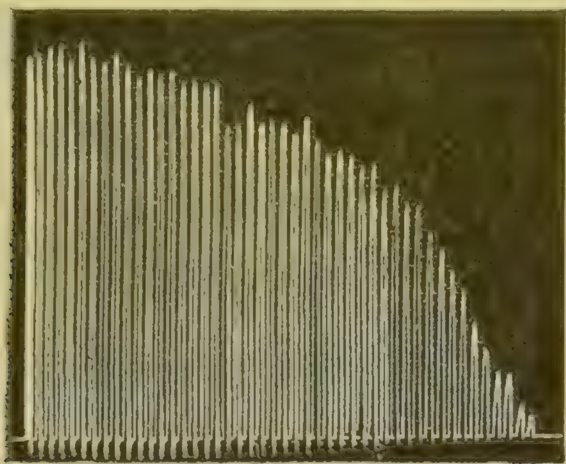


Fig. 7. Ermüdungs-Kurve, aufgeschrieben von Prof. Aducco im Jahre 1884.

schaft zu geben und ich habe mich schließlich überzeugen müssen, daß die Form des Profils für jede Person eine Konstante darstellt und die Verschiedenheit bezeichnet, mit welcher die Ermüdung verläuft.

Die Figur 8 zeigt die Ermüdungs-Kurve von Dr. Arnold Maggiora, geschrieben im Jahre 1884.*) Indem wir sie

---

*) Die Figuren 7 und 8 sind etwas unter natürlicher Größe. Wenn man auf den Originalzeichnungen die Höhe der von Professor Aducco gemachten Kontraktionen mißt und sie summirt, so findet man, daß er das Gewicht von 3 Kilogramm bis zur Höhe von 1,177 m hob, so daß die Arbeit in Kilogrammmeter 3,531 war. Dr. Maggiora hob in 38 Kontraktionen das Gewicht zu der Höhe von 0,596 m, oder vollbrachte die Arbeit von 1,788 Kilogrammmeter.

mit der des Professors Aducco vergleichen, sehen wir, wie verschieden unter vollkommen gleichen Verhältnissen die Ermüdungs-Kurve zweier Personen ausfallen kann, die beide dasselbe Gewicht von 3 Kilogramm in demselben Zwei-Sekunden-Takt aufhoben.

Beide Herren, Dr. Maggiora sowie Professor Aducco, waren nahezu zweiundzwanzig Jahre alt, lebten in derselben Luft, hatten dieselben Beschäftigungen und führten die gleiche

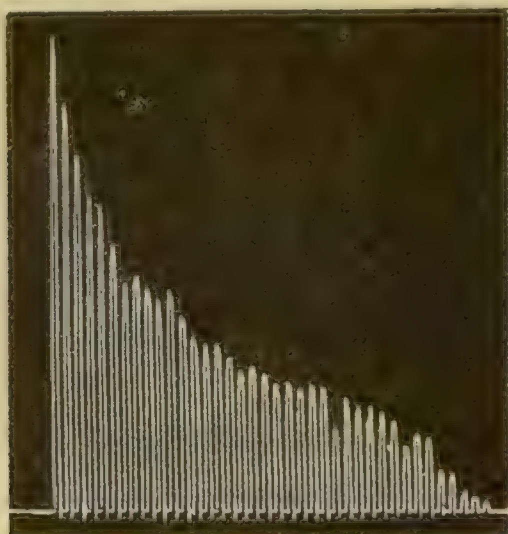


Fig. 8. Ermüdungs-Kurve, aufgeschrieben von Dr. Maggiora im Jahre 1884.

Lebensweise. Wenn wir die beiden Zeichnungen vergleichen, bemerken wir, daß die Kontraktionen Prof. Aducco's sich anfangs fast auf derselben Höhe erhalten und gegen das Ende, wo die Erschöpfung der Kraft beginnt, beinahe plötzlich sinken. Die Kurve bekommt dadurch ein nach oben konvexes Profil. Umgekehrt sieht man in der Zeichnung des Dr. Maggiora die Zuckungen anfangs stärker sinken als später; die Kurve erhält demgemäß ein nach unten konvexes Profil. Die plötzliche Abnahme der Kräfte zu Ende des Versuchs, welche Prof. Aducco's Kurve zeigt, war bei Andern noch augenfälliger, der-

art, daß nahezu auf einmal die Zusammenziehungen von einigen Centimeter Höhe bis auf wenige Millimeter hinuntergingen, wie in Fig. 9 zu sehen ist.

Dr. Patrizi macht etwa fünfundvierzig Zusammenziehungen, die allmählich abnehmen, dann hört unvermittelt und gegen seinen Willen seine Muskelkraft auf.

Hierin sehen wir einen großen Unterschied im Vergleich zu der geraden Linie, die Kronecker als Ausdruck der Ermüdung

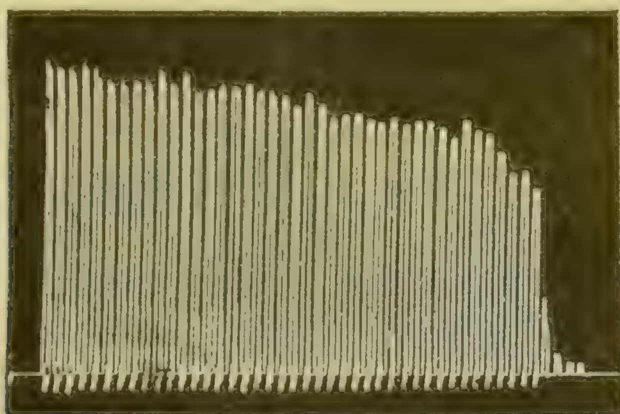


Fig. 9. Ermüdungs-Kurve, aufgeschrieben von Dr. Patrizi im Jahre 1890.

bei den Fröschen und den abgelösten Muskeln des Hundes gefunden hatte. Es ist dies ein Beweis, daß im Menschen dieser Naturvorgang bei weitem komplicirter ist. Man möchte fast sagen, daß in den vom Ergographen aufgezeichneten Ermüdungs-Kurven der so charakteristische Unterschied erkennbar sei, den man in der Ausdauer bei der Arbeit in den verschiedenen Individuen beobachtet, von denen einige sich plötzlich ermüdet fühlen und erschlaffen, während andere mit großer Ausdauer ihre Kräfte verbrauchen und nach und nach zur völligen Erschöpfung gelangen.

Wir sehen thatsächlich vom Ergographen eine der eigenartigsten, charakteristischsten Merkmale unseres individuellen Lebens aufgeschrieben, die Art nämlich, wie wir müde werden,

und dies Merkzeichen des Einzelmenschen bleibt sich immer gleich. Wenn wir jeden Tag zu derselben Stunde eine Anzahl Zusammenziehungen mit demselben Gewicht im gleichen Takte ausführen, bekommen wir Zeichnungen, die das gleiche Profil haben, wodurch wir zu der Ueberzeugung gelangen, daß der Einzeltypus der Ermüdung sich gleich bleibt. Es sind jetzt sieben Jahre, daß ich Versuche mit diesem meinem Apparat anstelle und die Kurven der verschiedenen Personen haben sich wenig verändert.

In den Abhandlungen über die Ermüdung, welche ich herausgegeben habe*), ist die Konstanz in dem persönlichen Charakter der vom Ergographen gezeichneten Ermüdungs-Kurve durch Beispiele belegt. An dieser Stelle beschränke ich mich der Kürze halber darauf, zu bemerken, daß die Zeichnungen vom Jahre 1888 sich von denen des Jahres 1884 nicht unterscheiden.

Es würde indessen nicht genau sein, wollte ich behaupten, daß die Ermüdungs-Kurve unter allen Umständen konstant bleibe. Ihr Typus schwankt, je nachdem die Verhältnisse des Organismus sich verändern. Bei Dr. Maggiora ist zwischen dem vierten und sechsten Jahre eine Differenz bemerkbar, denn er ist stärker geworden und sein Gesundheitszustand hat sich verbessert. Er widersteht besser der Ermüdung und seine Kurve, die wie früher im ersten Theile rasch abnimmt, zeigt sich im zweiten, ehe die Energie sich erschöpft, sehr zähe bei der Arbeit. Ich brauche wohl nicht hinzuzufügen, daß auch er hier 3 Kilogramm im Zwei-Sekunden-Takt in die Höhe hob.

Von Dr. Maggiora, wie auch von Prof. Aducco, welche beide ungefähr seit den letzten sieben Jahren mit mir arbeiten,

---

*) A. Mosso, Ueber die Gesetze der Ermüdung. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiol. Abth. 1890. S. 89.

bewahre ich die ganze Reihenfolge der während dieses Zeitraums gezeichneten Ermüdungs-Kurven auf. Fast kein Monat verging, in dem wir nicht aus irgend einem Grunde Versuche mit dem Ergographen angestellt hätten. Ich besitze daher alle die Verwandlungen, die Zunahmen und Abnahmen, welche die Kraft dieser Herren während der sieben Jahre erlitten hat.

Ich habe bemerkt, daß die Veränderungen augenfälliger bei meinen jugendlichen Collegen hervortreten, als bei denen, die älter sind als ich; bei letzteren ist der Typus unverändert geblieben.

Um an jedem Tage dieselben Kurven zu erzielen, muß unser Körper in denselben Lebensverhältnissen erhalten werden. Lebensweise, Nachtruhe, Aufregungen, geistige Anstrengung üben einen augenscheinlichen Einfluß auf die Ermüdungs-Kurve aus. Schon eine Verdauungsstörung oder schlechte Nachtruhe, oder irgend ein Uebermaß genügen, daß die Kurve nicht allein in ihrer Arbeitsdauer, d. h. in der Anzahl ihrer Kontraktionen, sondern auch in ihrem Charakter sich verändert, so daß bei einer Person, deren Kurve derjenigen Prof. Abducco's gleicht, schon unter dem Einflusse kleinster Ursachen dieselbe ähnlich wird wie die Kurve des Prof. Maggiora.

Die Unterschiede beziehen sich nicht allein auf die mechanische Arbeitsmenge und auf die Gestaltung der Kurve, sondern auch auf die Zeitdauer, welche die Muskeln zu ihrer Erholung bedürfen, derart, daß eine längere Zeit nöthig ist, bis sie ihre frühere Stärke wieder erlangen. Demnach sehen wir, daß nach einer erschöpfenden Arbeit zwei Stunden nicht mehr zur Erholung genügen, daß vielmehr eine längere Ruhepause zur Erzielung einer normalen Kurve nöthig ist.

Eine bemerkenswerthe Kraftdifferenz wird durch den Wechsel der Jahreszeiten hervorgebracht. Hiervon überzeugte ich mich durch wiederholte Versuche an Prof. Abducco, bei

welchem die Sommerhitze stark modificirend auf die Ernährung des Organismus einwirkte.

Von allen Ursachen, welche die Körperverhältnisse beeinflussen, ist die Uebung diejenige, welche die Muskelkraft am meisten vermehrt. Wir sehen dies auf der Zeichnung des Prof. Aducco, Fig. 10, die fast doppelt so lang als die vorhergehende ist, indem er hier 80 Kontraktionen macht, deren Totalhöhe 2,959 m beträgt.

Fig. 10 wurde geschrieben, während der Cylinder schneller rotirte, als dies bei Figur 7 der Fall war; daher sind die Linien etwas weiter von einander entfernt. Der Takt ist jedoch immer der Zwei-Sekunden-Takt. Die auf dieser Zeichnung dargestellte mechanische Arbeitsmenge, welche von den Beugungsmuskeln des Mittelfingers bis zur Erschöpfung geleistet wurde, beträgt 8,877 Kilogrammmeter. Wir ersehen daraus, daß dieselben nach einem Monat der Uebung eine Arbeit verrichten, die größer ist als die doppelte derjenigen, welche sie im Anfang leisteten.

In demjenigen Kapitel meines Werkes, welches die Muskelermüdung behandelt, wird von der Abnahme der Kraft, auf Grund vieler Beobachtungen ausführlich die Rede sein. Was ich hier über die Physiologie der Muskeln mitgetheilt habe, soll nur als Einleitung dienen, um die Ermüdung der Nerven zu veranschaulichen. Jedermann weiß, daß auch im Gehirne eine Abnahme stattfindet und daß die Uebung einen großen Einfluß auf die Erleichterung der Geistesarbeit ausübt. Als Beweis hierfür genügt es, wenn ich die Worte Alfieri's, welche sich in seiner Selbstbiographie*) finden, anführe: „Jene Augenblicke waren für mich höchst befriedigend und nutzbringend, in denen es mir gelang, mich ganz zu sammeln und zu geistiger Klarheit durchzuringen, und meine

*) Vita di Vittorio Alfieri, pag. 190.

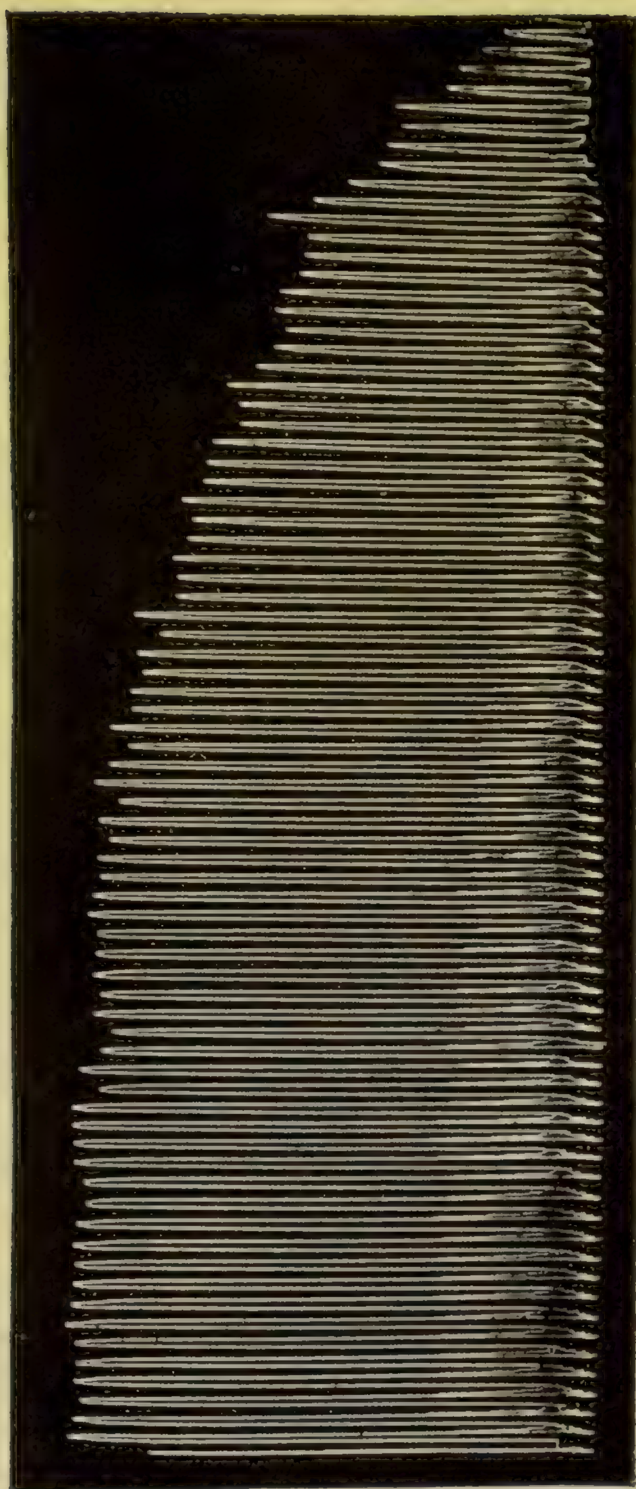


Fig. 10. Verlauf der Ermüdung bei Prof. Aducco. In Folge von Uebung ist die gesammte Arbeit doppelt so groß als in Figur 7.

Phantasie zu entfesseln, welche sich, mehr als man denken kann, in den zehn Jahren der Verknöcherung verpuppt hatte."

VI.

In Fig. 11 ist dargestellt, wie die Hand im Ergographen funktionirt. Der Mittelfinger, um den der Lederring B gelegt ist, wird nacheinander in die Stellungen M M′ M′′ gebracht. An dem Lederring zieht vermittels der Schnur das Gewicht, welches gehoben werden soll. Ich mußte das Bedenken beseitigen, daß durch die Bewegung der knöchernen Theile, welche die Fingerglieder zusammensetzen, Veränderungen in der Kurve hervorgebracht würden in dem Sinne, daß die Hubhöhen des Gewichtes den Muskelverkürzungen nicht proportional bleiben. Zu diesem Zwecke nahm ich die Hand einer Leiche und befestigte an die Sehnen der Beugemuskeln einen Apparat mit fortlaufender Schraube. Durch Drehung der Schraube konnte die natürliche Beugung des Fingers nachgeahmt werden bis zu Stellungen, welche bei willkürlicher Kontraktion erreicht werden.*)

Die Prüfung ergab, daß die Hubhöhen den Muskelverkürzungen proportional gesetzt werden durften, wenn die Bewegung ausging von einer leicht gekrümmten Stellung des Fingers (vergl. die Figur). Die Hebelwirkung der Knochen

---

*) Der Leser, welcher den Zusammenhang zwischen der Verkürzung der Beugemuskeln der Finger und der Erhebung des angehängten Gewichtes genauer zu wissen wünscht, möge die Original-Abhandlung einsehen, welche ich in meinen Archives italiennes de Biologie, tome XIII, pag. 135 veröffentlichte oder in Du Bois' Archiv für Physiologie, 1890, S. 89. Dort finden sich auch andere Zeichnungen der Ermüdung, welche ich hier, der Kürze halber, nicht anführe.

kam nur insofern zur Geltung, als sie die Verkürzung des Muskels auf das $1\frac{1}{2}$fache vergrößerten.

Wenn man mit einem nicht sehr schweren Gewichte arbeitet, fühlt man, wie anfangs der Höhepunkt der Beugung erreicht wird, ohne daß die ganze Kraft, deren der Muskel fähig ist, aufgewendet wird. Und zuletzt, wenn man müde ist, gelingt es trotz aller Anstrengung nicht, das Gewicht zu heben. Hierdurch wird es verständlich, daß ein genauer Vergleich zwischen dem ersten und letzten Theile der Kurve unmöglich ist. Indessen läßt sich auch unter diesen Bedingungen die

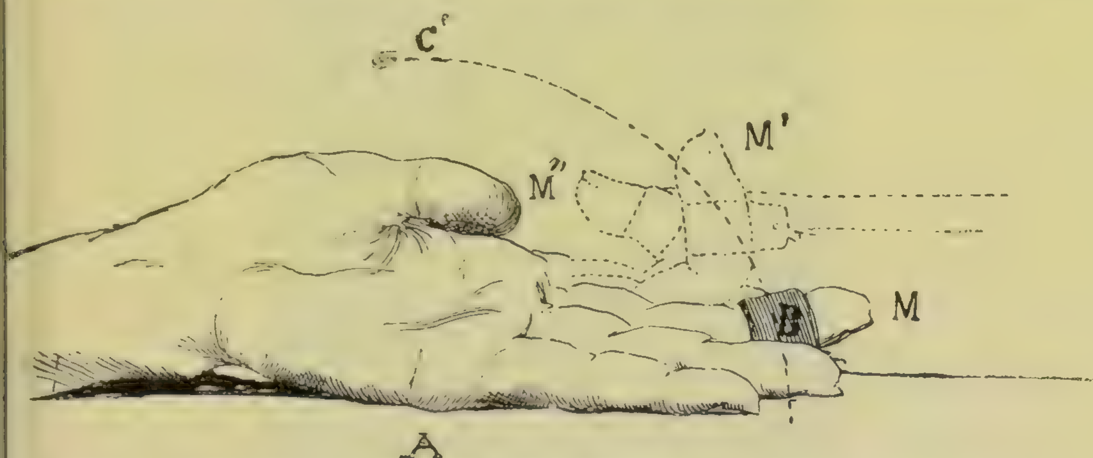


Fig. 11. Stellungen, welche nach und nach der Mittelfinger einnimmt, während er das Gewicht des Ergographen aufhebt.

Willenskraft bis zur Erschöpfung der Muskelkraft leicht konstant erhalten.

Um das psychische Element auszuschalten, welches die Ermüdungs-Kurve im Muskel verändern kann, dachte ich, den Nerv des Armes oder die Beugemuskeln der Finger direkt zu erregen. Wenn man einen elektrischen Strom der Haut zuleitet, so dringt er durch dieselbe hindurch und verbreitet sich nach den Muskeln oder Nerven, welche darunter liegen.

Man kann die Muskeln arbeiten lassen ohne Antheilnahme des Willens. Die Zeichnung Fig. 12 stellt eine dieser, wenn

ich mich so ausdrücken darf, künstlichen Ermüdungs-Kurven dar. Hier ist die Ermüdung des Gehirnes und der Nerven ausgeschlossen, weil die Kontraktion der Muskeln mittels des elektrischen Stromes herbeigeführt wurde.

Ich halte mich nicht bei der Schilderung auf, wie der elektrische Strom angewendet wurde, weil ich in zu viele

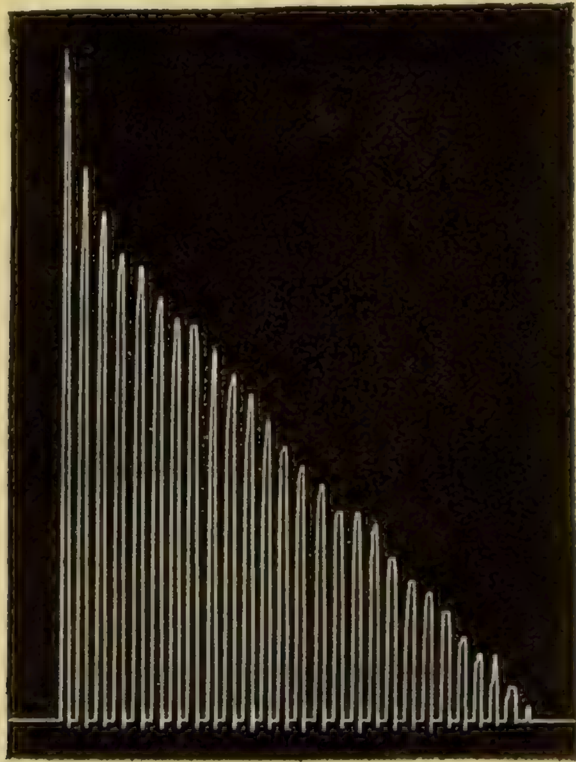


Fig. 12. Zeichnung einer Reihe von Kontraktionen, die ohne Theilnahme des Willens vollführt wurden. Die Beugemuskeln der Finger des Dr. Maggiora wurden direkt durch einen elektrischen Strom gereizt und hoben bis zur Erschöpfung das Gewicht von 1 Kilogramm in die Höhe.

Einzelheiten eingehen müßte, die ich schon in meinen Originalarbeiten beschrieben habe; ich will hier nur bemerken, daß die Dauer der Erregung und die Anzahl und Häufigkeit der Schläge des inducirten Stromes den durch den freien Willen hervorgerufenen Reiz nachahmten. Der Mittelfinger hob bei seiner Beugung das Gewicht von 1 Kilogramm. Was

hier überrascht, ist die Regelmäßigkeit der Kurve, welche uns zeigt, wie sich allmählich die Muskelkraft erschöpft, wenn der Muskel ohne Theilnahme des Willens arbeitet. Der Vergleich kann indessen nicht vollständig sein, weil die bei diesen Versuchen vom Muskel aufgehobenen Gewichte kleiner sind. Ich bemerkte bereits, daß in Fig. 12 der arbeitende Muskel nur 1 Kilogramm aufhob; um ihn drei Kilogramm aufheben zu lassen, hätte es eines zu starken electrischen Stromes bedurft, der hätte schaden können, und dessen ich mich nicht bedienen wollte, da ich nicht wußte, wie weit ich die Abneigung des Dr. Maggiora berücksichtigen mußte.

Anstatt den Muskel direkt zu reizen, kann man den Nerv erregen. In diesem Fall setzt man die Elektroden gleich unter der Achsel an der inneren Seite des Biceps an, wo der Nerv durch die Haut hindurch nahe bei der Arm-Arterie zu fühlen ist. Diese Versuche haben große Wichtigkeit für uns Physiologen, weil sie uns erkennen lassen, was in den Muskeln vorgeht, wenn sie in Folge eines auf den Nerv gebrachten Reizes arbeiten, und ermüden, ohne daß die Nervencentren mitwirken. Wir schließen so den psychischen Faktor aus, aber dessen ungeachtet sehen wir, daß die Kurve bis zu einem gewissen Grade den individuellen, charakteristischen Typus behält.

In der Zeichnung (Fig. 13) hebt der Mittelfinger drei Kilogramm. Die allmähliche Verminderung der Hubhöhen findet in ähnlicher Weise statt wie in Fig. 8, wo der Muskel durch den Einfluß des Willens zur Zusammenziehung gebracht wurde. Wenn der persönliche Typus der Ermüdung sich so wenig ändert, falls der Wille ausgeschlossen wird, so bedeutet dies, daß der psychische Einfluß auf den Gang der Erscheinung gering ist, oder daß die Ermüdung im Wesentlichen von peripheren Bedingungen abhängt.

Wir müssen annehmen, daß die Muskeln eine eigene Erregbarkeit und Ausdauer haben, daß sie unabhängig von der Erregbarkeit und der Energie der Nervencentren verbraucht werden. Der Muskel ist nicht ein Organ, welches wie ein Sklave den Befehlen der Nerven gehorcht, denn letztere können die Energie des Muskels in keiner anderen Weise erschöpfen,

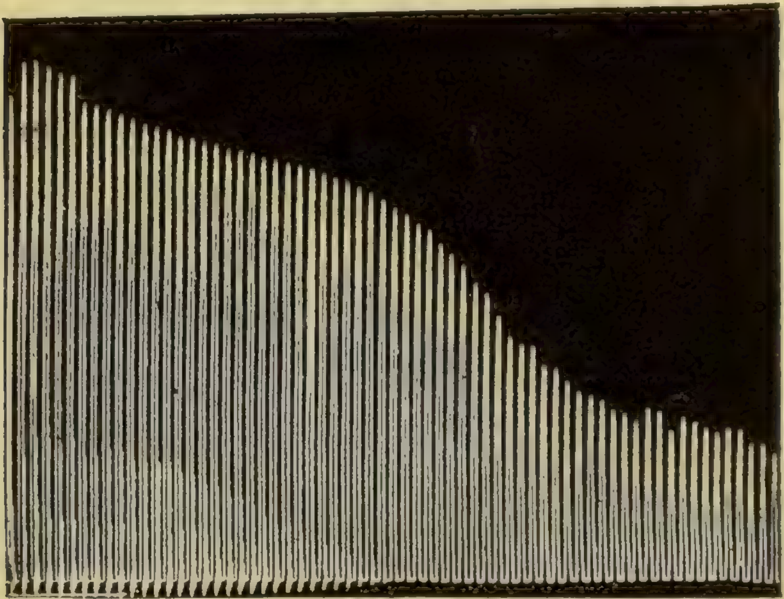


Fig. 13. Zeichnung der unwillkürlichen Ermüdung, erhalten durch die Reizung des Mittelnervs am Arm Dr. Maggiora's. Die Beugemuskeln des Mittelfingers hoben ein Gewicht von 3 Kilogramm.

als welche ihm eigen ist und sich kundgiebt, wenn er arbeitet, ohne vom Willen erregt zu sein.

Wie komplicirt auch der psychische Vorgang sei, aus dem eine freiwillige Bewegung entspringt, wir müssen in Folge dieser Versuche erkennen, daß die Funktion der Muskeln an und für sich kaum weniger verwickelt ist, und daß die Veränderungen, welche die Muskeln in Folge der Arbeit erfahren, sich unter allen Umständen wiederfinden. Als neues und interessantes Resultat der Untersuchungen mit dem Ergographen

darf der Nachweis bezeichnet werden, daß gewisse Ermüdungs-Erscheinungen, welche centralen Ursprung zu haben schienen, in der Peripherie speciell in den Muskeln zu Stande kommen.

Fünftes Kapitel.

Ueber die Substanzen, welche sich bei der Ermüdung bilden.

I.

„Liest man die Arbeiten der bedeutendsten Physiologen der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, etwa des italienischen Zwillingsgestirnes Spallanzani und Fontana, so kann man nicht anders sagen, als daß diese Männer wesentlich schon denselben Zielen in derselben Art zustrebten, wie nur das neueste, auf seine Methoden und Erfolge so stolze Geschlecht von Forschern. Obwohl nicht frei von vitalistischen Vorurtheilen, gingen sie doch bei ihren Untersuchungen nach den Regeln einer gesunden Induktion, rein als physiologische Physiker und Chemiker, zu Werke, und die Mittel der Physik und Chemie standen ihnen in vollem Umfange zu Gebote." Diese Worte schrieb Du Bois-Reymond*), der berühmte Berliner Physiolog, ein ebenso gründlicher Kenner der Geschichte seiner Wissenschaft, wie großer Erfinder von Untersuchungsmethoden.

Lavoisier entdeckte die Zusammensetzung der Luft im Jahre 1777, und die Athmung, welche die Alten gar nicht oder

*) Reden von E. Du Bois-Reymond. Zweite Folge. Leipzig 1887, S. 212.

durch irrige Lehren erklärt hatten, wurde von ihm zuerst in ihrer wahren Bedeutung erkannt. Spallanzani bestätigte die Lehre des großen französischen Chemikers, vervollständigte und verbesserte sie, und eröffnete durch seine Untersuchungen über die Athmung der Gewebe einen neuen Gesichtskreis in der Wissenschaft. Die Abhandlungen, welche Spallanzani über die Athmung geschrieben hat*), dienten seitdem allen Physiologen, welche die gasförmigen Produkte der Athmung analysirten, zum Vorbild. Höchst wichtig ist der von Spallanzani zuerst zum Ausdruck gebrachte Satz, daß der Erstickungstod durch zwei Ursachen herbeigeführt werden kann; die erste besteht in dem Fehlen des Sauerstoffs, die zweite in einer Anhäufung der Kohlensäure in den Geweben. Aber die Kohlensäure, welche sich aus dem Körper entwickelt, entsteht nicht unmittelbar dadurch, daß der eingeathmete Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff der Gewebe verbindet. Spallanzani bewies, daß die Thiere Kohlensäure ausathmen, selbst wenn sie sich in einer Atmosphäre von Wasserstoff oder Stickstoff befinden. Unglücklicherweise starb er, während er seine Abhandlungen über die Athmung schrieb. Viele Jahre später nahm P. Bert die Studien des großen italienischen Physiologen wieder auf und in einem Kapitel über die Athmung in geschlossenem Raum gelangte er zu analogen Resultaten.

Die Ermüdung ist ein Vorgang chemischer Natur. Eine der grundlegenden Erfahrungen hatte schon Lavoisier im vorigen Jahrhundert gewonnen, indem er durch eine bemerkenswerthe Reihe von chemischen Analysen, die er zusammen mit Séguin vornahm, bewies, daß die Muskelthätigkeit die Menge des absorbirten Sauerstoffs und auch die vom Menschen ausgeschiedene Kohlensäure vermehrt.

Die überzeugendsten Versuche bei der Analyse der Ermü-

*) Spallanzani, Memorie sulla respirazione. Vol. V.

dung pflegt man an den Thieren mit kaltem Blute und an den Fröschen zu machen. Reizt man den Hüftnerv, so sieht man das Bein eine Kontraktion vollführen. Wird diese Zusammenziehung häufig wiederholt, so wird sie immer geringer. Die Abnahme der Kraft darf man nicht einer Erschöpfung des im Muskel vorhandenen, so zu sagen explosiven Stoffes zuschreiben, d. h. der Substanz, welche an der Zusammenziehung betheiligt ist. Der Muskel wird in der That noch eine geraume Zeit fortfahren, sich zusammenzuziehen, aber durch keinen Reiz wird sich eine Kontraktion zu Stande bringen lassen, die der ersten an Stärke gleich käme. Der Mangel an Energie in den Bewegungen eines ermüdeten Menschen rührt, wie bei den Fröschen, daher, daß der Muskel beim Arbeiten schädliche Substanzen hervorbringt, die ihn allmählich verhindern, sich zusammenzuziehen.

Und daß es dem Muskel wirklich nicht an einer kontraktionsfähigen Substanz fehlt, ist durch die Thatsache festgestellt, daß wir einen Froschschenkel, der durch lange Arbeit ermüdet ist, wieder herstellen und zu einer neuen Reihe von Versuchen befähigen können, einfach dadurch, daß wir ihn waschen. Selbstverständlich wäscht man ihn nicht äußerlich, sondern man läßt durch die Arterie, die das Blut dem Muskel zuführt, Wasser fließen, aber kein reines Wasser. Reines Wasser ist ein Gift für alle Gewebe des Organismus; und es ist gut, sich hieran zu erinnern, wenn man tiefe Wunden auszuwaschen hat. Die Muskeln würden anschwellen und absterben. Setzt man aber dem Wasser etwas Kochsalz zu — sieben Gramm auf jeden Liter Wasser — so erhält man eine Lösung, welche dem Blutwasser (Serum) am ähnlichsten ist. Wenn man diese Flüssigkeit durch den Muskel fließen läßt, so schwindet die Ermüdung und die Kontraktionen werden wieder fast ebenso kräftig wie zu Anfang.

In der Folge werden wir in einem Kapitel, das von der

Massage handelt, sehen, daß es genügt, unsere Muskeln im Zustande der Ermüdung gut zu drücken und zu quetschen, um sie wieder dieselbe Stärke, welche sie vor der Ermüdung besaßen, erlangen zu lassen.

II.

Die Athmung ist unter allen Lebensfunktionen diejenige, welche sich am augenscheinlichsten durch die Ermüdung verändert. Dante hat diese physiologische Beobachtung in einigen Versen gekennzeichnet*):

„Und wie ein Mensch, der matt vom Laufen ist,
Die Andern gehn läßt und gemächlich wandert,
Bis sich das Drängen seiner Brust erleichtert."

Wenn alte Leute Treppen steigen, müssen sie von Zeit zu Zeit stillstehen, weil sie außer Athem sind, und keine noch so starke Anstrengung des Willens kann ihnen helfen. Wir Alle werden schon bemerkt haben, welche Veränderung die Athmung eines Hundes erleidet, den wir haben laufen lassen, um einen Gegenstand von weither zu apportiren.

Ich benutzte die Regatten auf dem Comersee und Lago Maggiore, um das Maximum der Frequenz der Athemzüge bei starker Muskelanstrengung zu studiren. Im Verlaufe einer Wettfahrt stieg die Anzahl der Athemzüge von vierzehn bis auf die ungeheure Zahl von hundertundzwanzig in der Minute. Diese Ruderer, welche zu den stärksten Italiens gehörten, athmeten zehnmal so häufig als in der Ruhe. Bei einigen Ruderschlägen habe ich die Athemnoth so stark werden sehen, daß sie den Athem völlig benahm und die Ruderer wie leblos auf den Rücken fielen, als fühlten sie sich dem

*) Fegfeuer 24, 70.

Ersticken nahe. Die Athemnoth, welche uns befällt, wenn wir eilig eine Treppe erstiegen haben, ließe sich auf zweierlei Art erklären. Da anerkanntermaßen beim Treppensteigen ein größerer Kräfteverbrauch stattfindet, weil es sich darum handelt, das Gewicht unseres Körpers zu einer bestimmten Höhe zu heben, haben Einige gemeint, die Athemnoth komme daher, daß wir eine größere Menge Sauerstoff einathmen müssen, um unserm Organismus, der sich schneller verbrauchen muß, einen größern Vorrath Sauerstoff zuzuführen. Andere dagegen sagten, daß wir tiefere und häufigere Athemzüge in der Ermüdung thun, um das Produkt der Zerstörung, die sich in den Muskeln vollzogen hat, d. h. die Kohlensäure aus dem Körper auszuscheiden.

Prüfen wir diese beiden Erklärungen. Im Winter stirbt ein Frosch, selbst nachdem man ihm das Herz herausgenommen und damit die Cirkulation des Blutes unterbrochen hat, nicht sogleich. Ist die Temperatur einige Grad über 0, so bleiben die Muskeln erregbar und ziehen sich selbst noch nach Verlauf einer Woche leicht zusammen. Im Sommer lassen sich die vom Körper abgelösten Schenkel höchstens einen ganzen Tag lang zum Zusammenziehen bringen.

Matteucci hatte schon im Jahre 1846 bewiesen, daß die vom Körper getrennten Froschschenkel bei ihrer Zusammenziehung Kohlensäure entwickeln, und Professor Hermann in Königsberg bewies, daß Sauerstoff nicht unumgänglich nöthig sei zur Kontraktion der Muskeln. Auch im leeren Raume lassen sich Muskelzusammenziehungen hervorbringen.

Unter den Substanzen, welche sich in Folge von Ermüdung in den Muskeln und im Gehirne bilden, ist eine der wichtigsten die Milchsäure, dieselbe Substanz, die wir in der sauer gewordenen Milch finden. Nun entstehen Kohlensäure wie Milchsäure nicht aus einer unmittelbaren Verbindung zwischen der Luft, die wir einathmen, und der Substanz

unserer Muskeln. Es ist vielmehr viel wahrscheinlicher, daß der Sauerstoff sich schon in den Eiweißsubstanzen, welche die Muskelfaser aufbauen, sehr lose verbunden vorfindet. Bei der Bewegung zerlegen sich diese Eiweißkörper, und indem die mechanische Energie frei wird, bilden sich andere chemische Zusammensetzungen, wie die Kohlen- und Milchsäure. Ein interessanter Versuch war der von Pflüger und Oertmann gemachte; sie fanden nämlich, daß Frösche, in deren Adern sie statt des abgelassenen Blutes Salzwasser cirkuliren ließen, noch fortfuhren, sich zu bewegen und Kohlensäure zu entwickeln.

Diese Erfahrung hat wegen ihrer Seltsamkeit eine große Bedeutung. Das Blut, jener wunderbare Saft, von dem Moses glaubte, es sei der Sitz des Lebens, und welches Pythagoras die Nahrung der Seele nannte, ist nicht absolut nothwendig für die Lebensfunktionen, da wir es gänzlich wegnehmen und an seine Stelle Salzwasser setzen können. Um diesen Versuch anzustellen, öffnet man durch einen Schnitt die Bauchvene des Frosches und führt ein feines Röhrchen in dieselbe ein. Spritzt man nun nach dem Herzen zu so lange eine Salzlösung von 0,7 %, bis das cirkulirende Wasser bei seinem Austritt aus dem Körper völlig klar ist, so hat man einen Frosch, der kein Blut mehr enthält. In einem solchen Zustand können diese Frösche einen bis zwei Tage leben, und in den ersten 10 bis 12 Stunden sind sie schwer von normalen zu unterscheiden. Es ist unmöglich, einen derartigen Versuch an einem Warmblüter zu machen, weil das Nervensystem eine so wichtige Veränderung seiner Umgebung nicht verträgt. Nimmt man nun an, dieser Versuch ließe sich am Menschen anstellen, so hätte man den Beweis, daß die Athemnoth nicht aus der Nothwendigkeit entspringt, eine größere Menge Sauerstoff dem Blute zuzuführen und denselben in die Muskeln zu befördern.

Die durch Bewegung herbeigeführte Athemnoth kann man bei allen Thieren beobachten, selbst bei den Fischen, welche bekanntlich äußerst wenig Luft bedürfen, da sie mit jener winzigen Menge, die sich im Wasser aufgelöst vorfindet, auskommen. Ich habe Versuche mit Aalen angestellt. In meinem Laboratorium besitze ich große Aquarien mit über zwei Meter langen Glaswänden, in denen ich seit mehreren Jahren sehr dicke Aale lebend beherberge. Beim Athmen machen es die Aale wie alle Fische, sie füllen das Maul mit Wasser an, schließen es dann und bringen das Wasser in Kontakt mit den Kiemen. Um genau die Veränderungen kennen zu lernen, welche im Rhythmus des Athmens beim Fische vor sich gehen, bediene ich mich der graphischen Methode, d. h. ich registrire wievielemale sie in der Minute athmen, anstatt mit der Uhr in der Hand dabei zu stehen und zu zählen; ich konstruirte zu dem Zwecke eine Art Lufttelegraph, an dem sich durch Niederdrücken einer Taste eine Feder in Bewegung setzen läßt, welche auf einem in regelmäßiger Schnelligkeit rotirenden rauchgeschwärzten Cylinder schreibt. In Fig. 14 bezeichnet jede Linie ungefähr die Dauer einer Minute, und jeder Zahn entspricht einer Athembewegung des Aales. Der Leser erinnere sich, daß die Athmung des Aales im Winter nicht mehr gleichmäßig, sondern in Zwischenräumen stattfindet. Die ersten Linien der Fig. 14 wurden während einer Ruhepause, wo der Aal nicht athmete, aufgeschrieben.

Nicht daß der Aal in jener Zeit schliefe, er bewegt sogar Augen und Flossen, aber er fühlt nicht das Bedürfniß zu athmen. In Folge der niedrigen Wassertemperatur ist die chemische Thätigkeit der Gewebe geringer geworden und die Lebensprocesse werden langsamer, so daß das Thier weniger Sauerstoff benöthigt.

Der Aal ist schließlich wie der Mensch und die übrigen Thiere beschaffen: wird sein Bedürfniß nach Luft geringer,

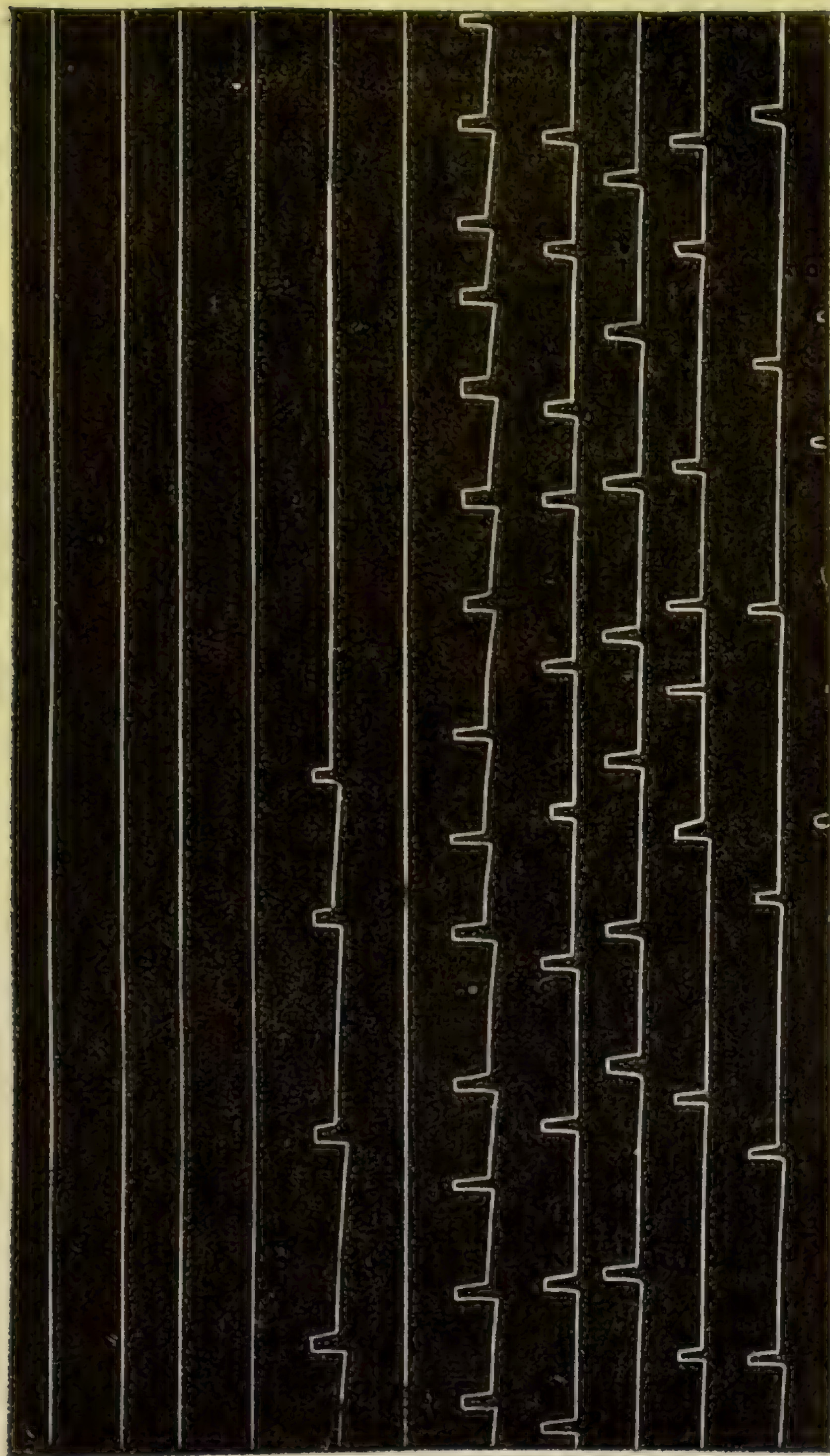


Fig. 14. Die Häufigkeit der Athembewegung bei einem Aale nimmt in Folge starker Bewegungen zu.

so athmet er nicht langsam und regelmäßig weiter, sondern die Athmungscentren fangen an, Thätigkeits- und Ruhezeiten einzuhalten. Sie athmen vier- oder fünfmal nach einander, dann bleiben sie längere Zeit, bis zu einer Viertelstunde unbeweglich, ohne Athem zu holen. Es giebt viele Krankheiten, in denen auch der Mensch solche Athmungsperioden zeigt, nur daß die Pausen, in denen er nicht athmet, viel kürzer sind. Die Pathologen hatten, um diese sonderbare Art des Athmens zu erklären, viele Hypothesen ersonnen; aber ich habe bewiesen, daß der normale Mensch im tiefen Schlafe genau dieselben Perioden zeigt und daß die Thiere im Winterschlafe auch auf diese Weise athmen. Es scheint jetzt, als würden sich die Pathologen dahin einigen, die physiologische Grundlage der periodischen Athmung anzuerkennen.

Bei dem Aale, um welchen es sich in Fig. 14 handelt, waren die Perioden der Ruhe oder die Pausen der Athmung sehr lang; sie dauerten 10 bis 12 Minuten, dann machte das Thier vier oder fünf Athembewegungen. Diese große Langsamkeit des Athmens bewirkt, daß wir, wenn wir nur den oberen Theil der Zeichnung ins Auge fassen, auf den dort befindlichen Linien keinerlei Athmungsbewegungen wahrnehmen.

Das Wasser hatte die Temperatur von 6°. Nach Aufschreibung der ersten sechs Linien halte ich in der Beobachtung inne und fange an, mit einem Stocke den Aal zu berühren, so daß er genöthigt wird, sich zu bewegen; ich lasse ihn zwei Minuten lang im Aquarium hin- und herschwimmen. Sobald er in Ruhe gelassen wird, bemerkt man sogleich, daß die Athembewegungen viel häufiger sind. Sie sind auch viel stärker, aber von diesem ihrem größern Umfang ist es leider nicht möglich, ein Maß anzugeben.

Hier muß indessen noch eine andere Thatsache in Betracht gezogen werden. Die Athmung ist nicht allein von den chemischen Bedürfnissen des Organismus abhängig, sondern

auch von dem physiologischen Zustand der Nervencentren. Wer aufgeregt ist, athmet häufiger. Wir werden später des Weiteren über dieses Faktum, welches ich mit dem Namen „nervöse oder Luxus-Athmung“ belegt habe, sprechen. Für jetzt mag uns gegenwärtig bleiben, daß wir auch bei den Fischen beobachten konnten, wie durch Muskelthätigkeit der Athem häufiger wird.

III.

Nachdem durch die mit Salzwasser ausgewaschenen Frösche der Beweis erbracht wurde, daß zur Erhaltung der Arbeitsfähigkeit der Muskeln nicht ein andauernder Kontakt mit dem im Blute gelösten Sauerstoff der Luft nöthig ist, bleibt noch die Kohlensäure zu betrachten. Die Athemnoth könnte als nothwendig erachtet werden, um diese schädliche Substanz durch kräftigere Athembewegung aus dem Blute auszutreiben. Die Athmungsbeschwerde würde dann nicht dem beschleunigten Arbeiten des Blasebalges in der Schmiede zu vergleichen sein, der einen stärkeren Strom Sauerstoff ausströmt, damit die Kohlen besser brennen, sondern vielmehr der Ventilation, die im Theater angebracht wird, um die verdorbene Luft zu entfernen, um die Kohlensäure wegzuschaffen, die sich nicht über ein gewisses Maß ansammeln darf.

Aber auch diese zweite Erklärungsweise genügt nicht. Nachdem anerkannt war, daß es unerläßlich ist, die Gewebe und das Blut von der bei Zusammenziehung der Muskeln erzeugten Kohlensäure zu befreien, lehrten Geppert und Zuntz, daß es für die beschleunigte Athmung bei Ermüdung der Muskeln noch andere Ursachen giebt.

Bei Erörterung der wichtigen Lehrsätze, welche die Physiologen aufgestellt haben, um die im Gefolge der Muskel-

thätigkeit auftretende Athmungsbeschwerde zu erklären, muß ich der Vollständigkeit halber noch an die Versuche Ch. Richet's*) erinnern.

Wenn wir schneller athmen, so sinkt unsere Körperwärme aus zwei Gründen, erstens, weil eine schnelle Verdampfung von Wasser im Innern unserer Lunge stattfindet, und zweitens, weil die Luft gewöhnlich mit niedriger Temperatur in unsern Körper eindringt und erwärmt daraus entweicht. Legt man einen Hund in die Sonne, so beschleunigt sich sein Athem in höherem Grade als es zum Zwecke der Regulirung der Temperatur nöthig wäre; und so kann es vorkommen, daß man die innere Temperatur des Thieres gesunken anstatt gestiegen findet, selbst wenn es mehrere Stunden in der Julisonne gelegen hatte.

Ch. Richet hat bewiesen, daß wir zwar nervöse Mechanismen haben, welche unabhängig von unserm Willen die Athmungsbewegungen reguliren, um durch Ventilation unser Blut abzukühlen. Der erste wird durch die sensiblen Nerven, die in der Haut liegen, dargestellt. „Für den Fall, daß durch irgend einen Umstand", sagt Ch. Richet, „dieser Apparat nicht funktionirt, hat die vorsorgliche Natur einen mehr im Mittelpunkt liegenden für die Abkühlung geschaffen, welcher eintritt, sobald die Meldung der peripherischen Nerven ausbleibt. Dieser Apparat, der in den Nervencentren liegt, ist ein Reserveapparat, der in normalem Zustande nicht in Thätigkeit treten soll, der aber die von den Hautnerven hervorgerufenen Reflexe ersetzen kann, wenn diese unzureichend sind oder ganz ausfallen.

Macht ein Hund beispielsweise 16 Athemzüge in der Minute, so wird er, falls man seine Nervencentren mittels

---

*) Ch. Richet, La respiration et la température. Revue scientifique 1887, Tome II, pag. 804.

eines elektrischen Stromes derart reizt, daß seine Körperwärme gesteigert wird, 340 Athemzüge in der Minute thun bei einer Temperatur von 42,8°. Es ist eine ungeheure Steigerung, da der Hund mehr als 22mal so schnell wie im Normalzustande athmet. Hat sich der Hund bis auf 39,7° abgekühlt, so wird er noch 240 Athemzüge thun, d. h. zwölfmal mehr als im Anfang. Es liegt also eine gewisse Trägheit in dieser Abkühlungsvorrichtung der Athmung. Ein Thier, welches in eine heiße Umgebung gebracht wird, fängt nicht sogleich an, häufiger zu athmen, und ebenso wird die Athemnoth nicht sogleich aufhören, sobald die Normaltemperatur sich wieder hergestellt hat.

IV.

Die Ursachen für die Athemnoth, welche uns beim Treppensteigen befällt, sind also zahlreich, und aus der flüchtigen Aufzählung, die ich von den gewöhnlichsten Ursachen gemacht habe, geht klar hervor, wie verwickelt das Problem der Ermüdung sich darstellt.

Der erste Gedanke war, daß die Muskeln bei größerer Arbeit eine größere Menge Sauerstoff bedürften. Aber man sah, daß auch ohne Sauerstoff die Muskeln bei ihrem Zusammenziehen Kohlensäure producirten. Darauf sagte man: wir athmen schneller in der Ermüdung, um die Kohlensäure auszuscheiden; aber auch dies erwies sich indirekt als unrichtig. Dann kam die Idee der Lungenventilation und der dadurch bewirkten Abkühlung: einige Physiologen schlugen vor, das beschleunigte Athemholen dadurch zu erklären, daß sie es von den Cirkulationsstörungen abhängig machten, die im Blute während der Arbeit entstehen; aber auch diese Doktrin, die wir die hydraulische nennen können, nur um ihr einen Namen zu geben, ist nicht zureichend. Es bleibt uns nichts

weiter übrig, als von neuem die Muskeln und die Nervencentren daraufhin zu untersuchen, ob sich in ihnen außer der Kohlensäure noch andere Stoffe bilden, welche im Stande wären, die Funktionen unserer Athmung zu verändern. Es ist jetzt nicht der geeignete Augenblick, die komplicirten Forschungen zu erörtern oder nur anzudeuten, welche über die Veränderungen, die der Muskel bei der Arbeit erleidet, angestellt wurden. Hiermit werde ich mich später zu beschäftigen haben; dagegen möchte ich zweierlei nicht verschweigen, weil es den Anfang unserer Kenntnisse in Bezug auf die Chemie der Muskeln bezeichnet.

Im Jahre 1845 fand v. Helmholtz, daß der arbeitende Muskel eine geringere Menge in Wasser löslicher und eine größere Menge in Alkohol löslicher Stoffe enthält, als der ruhende. Nehmen wir an, er hätte aus dem ruhenden Muskel eine Menge = 1 durch Alkohol ausgezogen. Als er Muskeln gleichen Gewichtes von einem ermüdeten Thiere nahm, fand er die Menge gewachsen von 1 auf 1,3. Dies ist eine, so zu sagen, en bloc gemachte Erfahrung, aus welcher sich im Umriß die Verwandlungen ersehen lassen, die durch die Arbeit im Muskel bewirkt werden.

Eine andere, nicht minder wichtige Entdeckung ist die von Du Bois-Reymond, welcher fand, daß die schwach alkalische Reaktion des ruhenden Muskels während der Arbeit in eine sauere umschlägt. Die Physiologen haben sich noch nicht völlig geeinigt über die Bedeutung und den Werth dieser zwei Beobachtungen. Zu welcher Entscheidung aber auch die Kontroversen führen mögen, sicher ist immerhin, daß die Substanz im arbeitenden Muskel Auswurfsstoffe erzeugt, so zu sagen Schlacken, welche giftig sind.

Ranke machte zum Beweise, daß sich im Muskel Produkte anhäufen, die der Kontraktion schädlich sind, ein Wasserextrakt von Muskeln, welche gearbeitet hatten, und indem er

es in die Gefäße eines frischen Muskels einspritzte, fand er, daß dessen Arbeitsfähigkeit vermindert wurde, daß aber derselbe seine Kraft wiedererlangte, als er ihn auswusch.

Einen augenfälligen Beweis, daß sich in unserm Körper Giftstoffe erzeugen, haben wir in den Leicheninfektionen. Sofort nach Eintritt des Todes erleidet der Körper der Thiere und Menschen eine Veränderung, durch welche die im Fleisch und in den Eingeweiden befindlichen Säfte giftig werden. In den großen anatomischen Anstalten werden alljährlich Professoren und Studenten durch Leichen vergiftet, weil schon ein Ritz oder eine Abschürfung der Haut genügt, um das Leichengift aufzunehmen, das zuweilen den Tod herbeiführt. Noch genauer kennt man die Natur anderer Leichengifte, welche von Prof. Selmi in Bologna entdeckt und „Ptomaïne" benannt wurden.

In unserm Organismus erzeugen sich, so lange wir leben, fortwährend giftige Stoffe.

Es war der französische Chemiker Gautier, welcher einige von diesen Substanzen isolirte, die aus den Eiweißstoffen der lebenden Zellen stammen; er gab ihnen den Namen „Leukomaïne", um anzudeuten, daß es chemische Verbindungen sind, die sich durch Zersetzung des Eiweißes bilden. Es sind dies erst kürzlich gemachte Forschungen, die dem Studium über die Krankheitsursachen neue Gesichtskreise eröffneten. Bei diesen neuen Untersuchungen zeichnete sich besonders Brieger in Berlin aus. Es gelang ihm, die Gifte zu isoliren, welche sich durch den Bacillus des Typhus, des Tetanus und der Diphtheritis entwickeln.

Um den Beweis zu führen, daß manche Lebensprodukte giftig sind, genügt es, an die kürzlich von Koch gemachte Entdeckung zu erinnern. Die Giftsubstanzen, die er zur Impfung der Lungenkranken benutzt, werden den künstlichen Kulturen des Tuberkelbacillus entnommen. Diese winzigen Organismen,

die sich in die Lunge einnisten, bringen, indem sie leben und sich vervielfältigen, einen Giftstoff hervor. Um die Idee Koch's besser zu erläutern, führe ich einige Worte an, mit welchen der berühmte Bakteriolog seine Entdeckung ankündigte*):

„Ich stelle mir, ohne behaupten zu wollen, daß meine Ansicht die beste Erklärung abgiebt, den Vorgang folgendermaßen vor. Die Tuberkelbacillen produciren bei ihrem Wachsthum in den lebenden Geweben ebenso wie in den künstlichen Kulturen gewisse Stoffe, welche die lebenden Elemente ihrer Umgebung, die Zellen, in verschiedener Weise und zwar nachtheilig beeinflußen. Darunter befindet sich ein Stoff, welcher in einer gewissen Koncentration lebendes Protoplasma tödtet."

In derselben Weise wie die Bakterien sondern die Zellen unseres Körpers, z. B. des Gehirnes, schädliche Stoffe ab. Je kräftiger die Gehirnthätigkeit ist, desto reichlicher sind die Ausschwitzungen dieser Zellen. Die Umgebung, in der sie leben, wird dadurch verunreinigt, die Stoffe gelangen in das Blut und treten cirkulirend mit den Nerven und den Zellen der andern Körpertheile in Berührung.

V.

Ich habe einen kurzen Blick auf die Giftstoffe geworfen, welche sich in unserm Organismus erzeugen. Richtiger sind sie als Schlacken oder Verunreinigungen zu bezeichnen, welche ihren Ursprung aus den chemischen Lebensprocessen in den Zellen herleiten und mit Hülfe des Sauerstoffes im Blute verbrannt, oder von der Leber zerstört, oder mittels der Niere ausgeschieden werden. Wenn diese Zerfallstoffe sich im Blute anhäufen, fühlen wir uns ermüdet; überschreiten sie die physiologische Grenze, so werden wir krank.

---

*) Deutsche Med. Wochenschrift, 1891, Nr. 3.

So erweitert sich der Begriff der Ermüdung allgemach. Es ist ein Proceß, den wir in dem Maße sich verwickelter gestalten sehen, je schärfer wir ihn der Prüfung unterwerfen. Einstweilen wissen wir, daß die Ermüdung nicht nur durch das Fehlen von Etwas hervorgebracht wird, das sich durch die Arbeit verzehrt, sondern daß sie auch zum Theil von dem Vorhandensein neuer Stoffe abhängt, welche der Zersetzung des Organismus zuzuschreiben sind.

Durch die Wahrnehmung, daß am Abend eines Marschtages auch die Armmuskeln ermüdet sind, kam ich auf die Vermuthung, daß die Ermüdung die Zusammensetzung des Blutes beeinflusse, und fand schon im Jahre 1887*), daß das Blut eines ermüdeten Thieres giftig ist, weil es, in ein anderes Thier eingespritzt, in diesem die charakteristischen Erscheinungen der Ermüdung hervorbringt.

Eine Erfahrung, welche ich auf dem Internationalen medicinischen Kongreß in Berlin 1890 zur Mittheilung brachte, ist gleichfalls sehr beweiskräftig. Wir können einen Hund mit Morphium einschläfern und ihm dann das Blut irgend eines andern Hundes in die Adern spritzen, ohne daß dadurch im Geringsten sein Athem oder sein Herzschlag verändert wird; kurz, ohne daß etwas Nennenswerthes an ihm zu bemerken ist. Reizen wir dagegen mit starken elektrischen Strömen das Nervensystem eines anderen Hundes und rufen, selbst nur auf zwei Minuten, Starrkrampf hervor, so ist das Blut dieses Hundes nicht mehr normal. Spritzen wir dieses Blut in die Adern des eingeschläferten Hundes, so erzeugt es Athemnoth und das Herz fängt an, heftig zu schlagen. Dies rührt nicht von der Kohlensäure her, sondern von den Stoffen,

---

*) A. Mosso, Sulle leggi della fatica. Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Discorso pronunziato nella seduta reale dinanzi a S. M. il Re e la Regina, 29 maggio 1887.

welche die Blutmischung modificirt haben, denn: schüttelt man dasselbe Blut mit Luft, derart, daß es arteriell wird, so verliert es trotzdem nicht seine obengenannte Wirkung, den Athem und den Herzschlag zu verändern.

Der Gedanke, die Ermüdung sei eine Art Vergiftung, die den Produkten zuzuschreiben sei, welche aus den chemischen Verwandlungen der Zellen stammen, ist nicht neu. Es waren besonders die Physiologen Pflüger, Preyer und Zuntz, welche am meisten dazu beigetragen haben, ihm eine feste Grundlage zu geben. Aber wir sind immer noch im Anfang und wissen nichts Genaues über die Natur dieser Stoffe zu sagen, und die Frage ist so verwickelt und strittig, daß ich es nicht wagen möchte, einen Abriß von dem Standpunkt zu geben, auf welchem sie sich augenblicklich befindet. Ich will mich darauf beschränken, einige der einfachsten Beobachtungen anzuführen.

Wenn Jemand, der nicht an alkoholische Getränke gewöhnt ist, Abends ein Glas schweren Wein oder Bier trinkt, wenn er sehr reichlich, zu ungewöhnlicher Stunde gespeist oder stark gewürzte Kost genossen hat, so wird er bemerken, daß er am andern Morgen etwas Kopfweh hat; es ist dies wahrscheinlicherweise eine Vergiftung durch Leukomaïne und andere schädliche Stoffe, die sich im Magen und Verdauungssystem bilden.

Kopfweh ist ein gewöhnliches Phänomen bei geistiger Anstrengung des Gehirnes; in den meisten Fällen ist es einfach „Schwere des Kopfes“, was man spürt. Die Ursache dieses Müdigkeitszeichens müssen wir in den Zersetzungsprodukten der Nervenzellen suchen, welch letztere mit ihren Arbeitsschlacken die Umgebung, in der sie leben, verunreinigen. Wahrscheinlich ist die Ermüdung nur auf eine gewisse Gehirnregion lokalisirt; denn man sieht oft Personen, die, unfähig geworden, einen gewissen Gegenstand zu überdenken oder ein Geschäft zu überlegen, eine Erleichterung darin finden, an etwas ganz

Anderes zu denken, oder auch sich von der Schwere im Kopfe befreien, indem sie ihre Aufmerksamkeit scharf auf andere Sachen, die von den früheren verschieden sind, richten, z. B. auf das Schachspiel.

Indessen auch in Bezug auf diese Fälle geistiger Ermüdung, die auf eine gewisse Gehirnregion beschränkt ist, weiß man, daß die Vergiftung eine allgemeine ist; denn sobald der Druck im Kopfe eintritt, ist er von Muskelermüdung begleitet, von übertriebener Nervenerregbarkeit, Energielosigkeit und einer Launenhaftigkeit, welche uns zu Allem unlustig macht.

Die großen Verschiedenheiten, die zwischen den Menschen hinsichtlich der Ermüdung existiren, haben wir Alle tagtäglich vor Augen. Manche werden von einem kleinen Spaziergang ermüdet, Andere machen hundert Kilometer, ohne auszuruhen; Einige werden von einem Glas Wein berauscht und eine Tasse Thee oder Kaffee läßt sie nicht schlafen. Dieselben Unterschiede bestehen zwischen den verschiedenen Menschen bezüglich der Ermüdungsprodukte. Mehr als Alles machen uns Uebung und Gewohnheit widerstandsfähig gegen die Ermüdung des Gehirnes und der Muskeln.

Ich wandte mich an meine Freunde unter den Officieren, um Angaben über die Phänomene der Ermüdung zu erlangen, wie sie bei den Soldaten, wenn sie lesen und schreiben lernen, zu beobachten sind. Oberst Airaghi schrieb mir: „Ich habe öfter sehr starke Soldaten im Klassenexamen gesehen, die, wenn sie Zeugniß ablegen sollten, daß sie lesen und schreiben könnten, wodurch sie ihre frühere Entlassung erlangen konnten, mit der Feder in der Hand dicke Tropfen schwitzten, die auf das Papier fielen. Einen Soldaten sah ich in Lecce während des Examens in Ohnmacht fallen und, nachdem er sich erholt hatte, um einen zweiten Versuch bitten; aber an der Thür, beim Anblick von Papier und Büchern, wurde er wieder blaß

und fiel von neuem um. Es waren Scenen, wie aus der Inquisition."

Sicherlich ist die Gehirnanstrengung für den, welcher nicht daran gewöhnt ist, anstrengender als das Arbeiten mit den Muskeln.

Mac Cauley*) erzählt, daß einige Indianer aus Florida, die er eindringlich mit Fragen überhäuft hatte, davon wie gelähmt wurden, weil sich die Kraft ihres Gehirnes in Folge der Anspannung schnell erschöpfte. Einer derselben sagte ihm, er möge nicht so viele Fragen an ihn richten, ohne ihm Zeit zu lassen, sie in Ruhe zu verstehen; und dann bat er ihn, doch im nächsten Jahre wiederzukommen, um Fragen an ihn zu richten, er werde während der Zeit suchen, zur Schule zu gehen, worauf er ihm gewiß besser würde antworten können, ohne sich dabei so sehr zu ermüden.

Es giebt in Bezug auf die Entwicklung und Stärke der Muskeln kräftige Menschen, die zu irgend welcher Geistesarbeit unfähig sind. Sogar Zeitungen und Romane zu lesen ermüdet sie. Sie schreiben keine Briefe mehr, sie befassen sich nicht mit Geschäften, gehen auch nicht in Gesellschaft, weil sie, sobald sie anhaltend längere Zeit reden müssen, ein großes Unbehagen, Beklemmung und einen Druck im Kopf, überhaupt eine starke Abspannung der Kräfte bei der kleinsten etwas länger andauernden Gehirnthätigkeit empfinden. Ich habe junge Leute gekannt, denen es gelungen war, das Maturitätsexamen zu bestehen und die hinterdrein nicht mehr genug Frische des Geistes besaßen, um die Studien auf der Universität fortzusetzen. Andere werden erst in späterem Alter zur Arbeit untüchtig.

---

*) Seminole Indians of Florida, by Clay Mac Cauley. Fifth annual Report of the Bureau of Ethnology, 1883—84, p. 493.

Ein Schüler von mir, ein geistig sehr geweckter Jüngling, hatte mit Auszeichnung alle medicinischen Examina bestanden und das Doktorexamen abgelegt. Es kam ihm der Wunsch, die akademische Laufbahn einzuschlagen. Die ersten von ihm veröffentlichten Arbeiten machten einen vorzüglichen Eindruck; dann schwieg er plötzlich, und weil er nichts mehr in Druck gab, gerieth er in Vergessenheit. Ich erfuhr, daß er stark an Kopfweh leide, daß sich Niedergeschlagenheit seiner bemächtigt habe, daß er jedoch fortfahre, im Hospital emsig zu arbeiten. Eines Tages begegnete ich ihm, und er erzählte mir voll Verzweiflung von der tiefgehenden Umwandlung, die in Bezug auf seine Geistesthätigkeit mit ihm vorgegangen sei, die, wie er sagte, immer mehr geschwunden sei, bis zu dem Punkte, daß ihn sogar das Lesen weniger Seiten ermüde. Es sei kein Augenfehler, seine Augen seien ganz gesund, sondern Gehirnschwäche. Uebrigens mache er weite Spaziergänge und befinde sich wohl; und wenn nicht jenes zunehmende Unvermögen zum Arbeiten und eine gedrückte Stimmung vorhanden wären, so plötzlich alle seine Hoffnungen vereitelt zu sehen, so habe er über nichts zu klagen.

Zuweilen zeigt sich die Unfähigkeit zu Geistesthätigkeit bei zunehmendem Alter. Ich fragte einen meiner alt gewordenen Lehrer, ob ihm die Geistesarbeit jetzt mehr Anstrengung koste als in jüngeren Jahren. Er erzählte mir, wie er allmählich die wissenschaftlichen Bücher bei Seite habe legen müssen. Hierauf würde Niemand in seinem Alter Gewicht gelegt haben; aber der Grund, den er mir angab, war mir ein Beweis, daß es der wissenschaftliche Gedanke war, der seinen Geist am meisten ermüdete; diesem nachzuhängen, mochten wohl seine Kräfte nicht mehr genügen. Er sagte mir: „Ich lese immerfort Romane, sogar Nachts, aber sobald ich eine Abhandlung oder eine wissenschaftliche Zeitschrift zur

Hand nehme, röthen sich meine Augen und fangen an, weh zu thun."

VI.

Wenn wir sagen „Unmäßigkeit im Essen oder Trinken", so geben wir damit nicht ein bestimmtes Maß dessen, was erlaubt ist, denn alles ist relativ, je nach der Person, von der wir sprechen. So ist es mit der Ermüdung, ebenso mit der Liebe, von der ein gewisses Maß, das für Manche ein Uebermaß bedeutet, für Andere ein angenehmer Reiz sein kann, bei dem sie sich wohler befinden.

In der Medicin heißen jene Menschen Neurastheniker (Nervenschwache), bei welchen sich die Energie der Nervencentren schnell erschöpft und die den Verlust dieser Energie langsam wiederersetzen. Wir werden in der Folge sehen, daß es Nervenschwache gegeben hat, welche trotz der Schwäche ihres Nervensystems in Künsten und Wissenschaften unvergängliche Werke schufen. Um ein Beispiel anzuführen, will ich nur an Charles Darwin erinnern. Die Ermüdung bringt bei kräftigen Personen nur lokale Störungen in den Organen, welche arbeiten, hervor, wie im Gehirne, in den Augen, den Muskeln u. s. w.; bei den Neurasthenikern ergeben sich durch die Ermüdung leichter allgemeine Störungen.

Es sind also noch andere Begriffe, die wir den vorhergehenden hinzufügen müssen, und die das vorliegende Problem noch komplicirter machen. Die verschiedenen Personen haben einestheils eine mehr oder weniger große Widerstandsfähigkeit gegen die Vergiftung durch die Ermüdungsprodukte, oder sie haben anderntheils einen verschieden großen Vorrath von Energie in den Nervenzellen, und zeigen außerdem eine Verschiedenheit in der Schnelligkeit, mit welcher ihr Organismus die erlittenen Verluste ersetzt.

Ich bin jedoch noch nicht damit fertig, die Ursachen, welche die Phänomene der Ermüdung hervorrufen, aufzuzählen. Wir haben gewiß Alle schon bemerkt, daß nach einem langen Marsche die Füße anschwellen. Die Arbeit eines Organs hat immer eine Veränderung in der Vertheilung des Blutes und der Lymphe zur Folge. Ueberschreitet die Thätigkeit des Organs das richtige Maß, so entsteht eine Stauung der Lymphe und eine starke Röthung. Es genügt schon eine geringe Störung der Lymphbewegung, um die Thätigkeit des Organs zu beeinträchtigen.

Prof. Guye*) hat kürzlich als Folge von nasalen Störungen eine Krankheit beschrieben, welcher er den Namen Aprosexia gab, d. h. die Unfähigkeit, seine Aufmerksamkeit auf einen Gegenstand zu richten. Ich führe hier eine der von ihm publicirten klinischen Beobachtungen an: „Herr S..., Student der Medicin, ist dreiundzwanzig Jahre alt. Er hat von seiner Kindheit an viel an chronischem Nasenkatarrh gelitten und immer mit offenem Munde geschlafen. Vor drei Jahren hat er einmal die Nacht nicht schlafen können und am nächsten Morgen ein leichtes Schwindelgefühl bemerkt und eine unbestimmte Empfindung, als ob er nicht denken könnte. Nach wenigen Tagen ging das von selbst vorüber. Vor einem Jahre hat er dieselben Erscheinungen gehabt, nachdem er einen Abend ziemlich viel Wein getrunken hatte. Er blieb dann einen Tag zu Bett und die Symptome verloren sich wieder. Jetzt hat er vor drei Wochen, nachdem er an einem Abend mäßig gearbeitet hatte, die Nacht nicht geschlafen, am nächsten Morgen hatte er leichtes Schwindelgefühl und eine absolute Unmöglichkeit, nicht nur zu arbeiten, oder sogar etwas zu lesen, bemerkt. Dieser Zustand besteht jetzt noch immer. Nach der geringsten Anstrengung fühlt er einen Druck im

---

*) Guye, Deutsche Med. Wochenschrift, 1887, Nr. 43.

Kopf und Schwindel. Er wagt es nicht, eine Zeitung aufzunehmen, geht dann und wann noch eine Vorlesung zu hören, aber muß sich dann bemühen, nicht auf das Gehörte zu achten, weil er fühlt, daß er davon nichts behalten, sogar nichts aufnehmen kann, und daß die Aufmerksamkeit ihm zu unangenehme Empfindungen verursacht. Wie er mir später erzählte, hatte er zu dieser Zeit schon den Entschluß gefaßt, das Studium aufzugeben und irgend eine ländliche Beschäftigung zu suchen, weil er sich als unheilbar betrachtete." Prof. Guye untersuchte ihn, fand große adenoïde Geschwülste im Nasenrachenraum, die er operirte, und nach einer zweimonatigen Kur, nachdem die tiefe Wunde ausgeheilt war, konnte dieser Student seine Studien wieder aufnehmen.

Prof. Guye führt mehrere ähnliche Fälle an, aus welchen hervorgeht, daß eine Krankheit der Nasenschleimhaut eine ernste Störung in der Gehirnthätigkeit hervorrufen kann, die sich dadurch charakterisirt, daß man die Aufmerksamkeit nicht fixiren und das Gehirn zu keinerlei Thätigkeit zwingen kann. Dieser Zustand der Denkunfähigkeit läßt sich nicht als ein Phänomen der Ermüdung auffassen, weil sich die betreffende Person, ehe sich die Denkunfähigkeit einstellte, nicht überarbeitet hatte.

Gewiß ist bei Allen, die sich übermüdet haben, eine Aprosexia vorhanden, weil die übermäßige Anstrengung des Gehirnes zum Denken unfähig macht; aber wenn das Resultat auch das gleiche ist, so können doch der Mechanismus und der Ursprung der Krankheit verschieden sein.

Um dies Phänomen zu erklären, nimmt Prof. Guye an, die Schwellung der Nasenschleimhäute rufe eine Störung in der lymphatischen Cirkulation des Gehirnes hervor, dadurch leidet die Ernährung des Gehirnes und es entsteht Unfähigkeit zu denken. In Knabenschulen hat derselbe oft die Aprosexia wahrgenommen, und wenn er träge Knaben antraf,

die früher besser gelernt hatten, konnte er sich oftmals vergewissern, daß sie mit offenem Munde schliefen und daß die Ursache hiervon die Nase war.

Ein Geringes genügt schon, die Denkthätigkeit zu stören und den Verstand zu benehmen. Hierfür lassen sich tausend Beweise anführen. Dem Nichtarzte wenig bekannt ist das sogen. cirkuläre Irrsein. Es giebt Irre, die lichte Augenblicke mit voller Klarheit des Geistes haben, und die wenige Stunden später in Tobsucht verfallen. Die Wahnsinnsanfälle können mehrere Tage, Wochen und Monate dauern, um dann ebenso schnell, wie sie gekommen sind, wie durch Zauber zu verschwinden. Der Kranke hört auf zu schreien und zu toben, sein Auge hellt sich auf, er ist sich dessen bewußt, was vorgegangen ist, und wendet sich bittend an den Wärter, daß er ihn losbinde. Die Zeitdauer des lichten Intervalles kann auch nur ein einziger Tag sein; es giebt Wahnsinnige, die abwechselnd einen Tag klar, den andern irre sind. Es giebt auch solche, welche einmal des Jahres ernstlich irre werden; andere wieder haben länger andauernde lichte Intervalle.

Der berühmte Philolog Gherardini wurde in Folge eines schrecklichen häuslichen Dramas derart in seinem Nervensystem erschüttert, daß er in eine schwere Krankheit verfiel. A. Verga, welcher den Verlauf dieser Krankheit veröffentlichte*), sagt: „Seine äußere und innere Empfindlichkeit war fast gänzlich geschwunden. Dr. Gherardini fühlte weder Hunger noch Durst, weder Hitze noch Kälte, hatte weder Geschmack noch Geruch. Stumpfsinnig, mürrisch, schlaflos, aufs äußerste geschwächt, schien es, als würde er unrettbar dahinsiechen. Eines Morgens jedoch, nachdem er endlich einmal die Nacht geschlafen hatte, empfindet er Lust nach einer Prise Tabak.

*) Andrea Verga, Della malattia che trasse a morte il dottor Giovanni Gherardini. Milano, 1861.

Er ermuntert sich, setzt sich an den Schreibtisch, nimmt die Feder zur Hand und schreibt seine „Voci e maniere di dire additate ai futuri vocabolaristi“ (Wörter und Redensarten für zukünftige Verfasser von Wörterbüchern). Aber wenngleich aus dieser Krankheit der Verstand geschärft hervorzugehen schien, das physische Befinden bewahrte eine bittere Erinnerung davon.“

Nach sieben Jahren bekam Gherardini einen Rückfall in dieselbe tiefe Schlafsucht; er ließ Urin und Stuhl von sich gehen, er mußte künstlich ernährt werden, denn er schluckte nicht mehr und der Speichel floß ihm aus dem Munde; nachdem er ein und ein halbes Jahr diesen herzzerreißenden Anblick gewährt hatte, hellte sich plötzlich sein Geist wieder auf, und er fing an, ein neues Werk zu schreiben: „La Lessigrafia e il supplemento ai vocabolari“ (Die Kunst, Wörterbücher zu schreiben und das Supplement zu den Wörterbüchern). Nach weiteren sieben Jahren bekam er einen dritten Anfall, aber diesmal war Dr. Gherardini schon 77 Jahre alt, ihm fehlten die Kräfte zu einer dritten Wiedergenesung.

Sechstes Kapitel.

Die Kontraktur und die Muskelstarre.

I.

Obwohl sich das Studium der Muskeln nicht von dem des Nervensystems trennen läßt, habe ich doch in diesem Buche geglaubt, mich auf das Studium der Gehirnermüdung beschränken zu sollen. Solche Bevorzugung hängt nicht damit zusammen, daß ich etwa diesen Gegenstand besser behandeln kann als die Ermüdung der Muskeln, vielmehr ist das Umgekehrte der Fall; aber da bis jetzt meines Wissens Niemand ein Buch über die Ermüdung des Gehirnes geschrieben hat, so dürfte es sich als nützlich erweisen, wenn ich die von Andern gemachten Beobachtungen sammle und ordne, und eigene Erfahrungen anfüge.

Ich werde von der Ermüdung der Muskeln und den in ihnen vorgehenden Veränderungen nur sprechen insofern dies nothwendig ist, um die Ermüdung des Gehirnes verständlicher zu machen. Das Räthsel der Seele ist so groß und geheimnißvoll, daß der Wunsch, sich daran zu versuchen, selbst ohne die Hoffnung, es zu lösen, an und für sich etwas Erhebendes hat.

Suchen wir zunächst einige der wichtigsten Verwandlungen kennen zu lernen, die in den Muskeln vorgehen, und sehen zu, ob in den Nervencentren Veränderungen vorkommen,

welche einige Aehnlichkeit mit dem haben, was im Muskel in Folge seiner Thätigkeit geschieht.

In der Ruhe haben die Beugemuskeln der Finger das Uebergewicht über die Strecker. Es ist nöthig, eine Anstrengung mit den Streckmuskeln zu machen, will man die natürliche Beugung der Finger im Zustande der Ruhe überwinden.

Nach einer Arbeit ist diese natürliche Beugung der Finger noch stärker ausgebildet, weil der Muskel nach jeder starken oder andauernden Kontraktion nicht wieder völlig erschlafft; diesem Zustande zurückbleibender Verkürzung gab man den Namen Kontraktur.

Ergreift Jemand die Stange des Trapezes und hebt das Gewicht des eigenen Körpers mit der Kraft der Arme mehreremale in die Höhe, oder rudert er kräftig und läßt nach gethaner Arbeit die Arme am Körper hinabgleiten, so wird man bemerken, daß die Hände geballt bleiben.

Eines der gewöhnlichsten Beispiele von Kontraktur ist die Torticollis rheumatica, der rheumatische Schiefhals. Wenn durch irgendwelche Ursache der musculus sternocleidomastoideus, zu deutsch der Kopfnicker, in andauernde Kontraktion geräth, so können wir den Kopf nicht mehr ordentlich gerade halten. Das Kinn wendet sich nach der entgegengesetzten Seite und erhebt sich leicht, wodurch der Kopf nach der Schulter geneigt bleibt. Befühlt man die Stelle des Halses, so nimmt man einen gespannten Muskel wahr, den man nicht im Stande ist, willkürlich zum Erschlaffen zu bringen.

Sehr empfindliche Personen fühlen, wenn sie sich mit Schreiben sehr angestrengt haben, eine große Müdigkeit in der Hand. Die Bewegungen der Finger sind schmerzhaft und unsicher. Die Schwierigkeit nimmt zu, wenn diese Personen sich beobachtet wissen und daher dem Geschäfte des Schreibens größere Aufmerksamkeit zuwenden. Der Charakter der Schrift-

züge verändert sich völlig, bei Einigen werden dieselben unleserlich. Handelt es sich um Angestellte, die viel schreiben müssen, so macht die Krankheit schnelle Fortschritte; schon nach einigen Stunden der Arbeit müssen sie einhalten, weil ihre Hand zittert und die Finger fast ganz steif sind. Sobald sie mit dem Schreiben aufhören, zeigen sich weder in der Hand, noch im Arm Unregelmäßigkeiten in den Bewegungen, aber der Schmerz hält an. Diese Krankheit ist unter dem Namen „Schreibkrampf" bekannt und kommt ziemlich häufig vor. Das Symptom, das diese Krankheit am meisten kennzeichnet, ist große Müdigkeit in der Hand und eine Steifheit der Bewegungen, die auf Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger beschränkt ist.

Bei einigen Menschen genügt schon das Schreiben weniger Zeilen, um ihre Hand zu ermüden; sie müssen dann aufhören, nicht nur weil ihre Schrift sich verändert und unleserlich wird, sondern auch weil sie einen Schmerz, ein Kribbeln und ein Gefühl der Spannung in den Handmuskeln empfinden. Wenn sich ein solcher Krampf bei Klavier- oder Violinspielern zeigt, so zwingt er auch sie zum Aufhören. Gewöhnlich sind es Personen, die hypochondrisch, etwas hysterisch oder nervös sind, die die Muskelthätigkeit übertreiben, und die so reizbar sind, daß schon wenige Minuten dauernder Arbeit hinreichen, um die Kontraktur hervorzurufen.

Es giebt sehr gewandte Schwimmer, welche es nicht wagen, sich vom Meeresstrande zu entfernen, weil sie befürchten, vom Wadenkrampf befallen zu werden. Wir haben wohl schon Alle die Belästigung empfunden, welche dieser Krampf hervorruft, wenn er sich plötzlich, während wir schlafen, fühlbar macht. Gewöhnlich entsteht er im Anschluß an eine Kontraktion der Muskeln bei sehr nervösen Personen, jedoch erfolgt er auch, wenn die Beine ruhig liegen. Befühlt man das Bein, so erkennt man, welches der gespannte Muskel

ist, aber so sehr wir uns auch anstrengen, wir können ihn nicht schlaff machen und der Schmerz kann längere Zeit andauern.

Bei hysterischen Frauen kommt die Kontraktur häufig vor; der Arzt beobachtet sie auch bei einigen Rückenmarksleiden. Dies ist ein Beweis, daß die Kontraktur eine vom Nervensystem abhängige Krankheit ist; sie kann aber auch örtlich bedingt sein. Es giebt hysterische Personen, bei denen schon ein leichter Druck auf einen Muskel genügt, um denselben derart in Kontraktur zu versetzen, daß sie ihn nicht zum Erschlaffen bringen können; ebenso kann man bei Solchen auch einen künstlichen Schiefhals (Torticollis) durch leichtes Streichen oder durch bloßes Befühlen des Kopfnickers (Sternocleidomastoideus) hervorrufen.

Auch beim Hypnotismus sieht man wohl zuweilen einen Zustand in den Muskeln entstehen, der durch den Namen „wachsartige Biegsamkeit“ bezeichnet wird. Hierbei verharren die Finger, Arme, die Muskeln des Rumpfes und Halses in der Lage, die ihnen gegeben wird, als ob die Person aus Wachs geformt wäre. Diese besondere Beschaffenheit der Muskeln ist auch unter dem Namen „Katalepsie“ bekannt und kommt vornehmlich beim Hypnotismus zur Erscheinung, so daß einige Schriftsteller sie Experimental-Katalepsie nennen wollten. Durch das Berühren der Gesichtsmuskeln sowie der Augen werden Gesichtsverzerrungen hervorgebracht, die mehrere Stunden andauern können.

Zuweilen wird die Kontraktur zu einer ernsten Krankheit, und es giebt Hysterische, deren äußere Gliedmaßen in gewissen Lagen fixirt bleiben, aus denen sie sich nicht befreien können. Einzig durch Anwendung von Chloroform erschlaffen die Muskeln, aber kaum hört die Wirkung des Betäubungsmittels auf, so tritt auch die Kontraktur von neuem auf. Gewisse Frauen mit krummem Arm, denen es trotz größter Willens-

anstrengung nicht gelingt, ihn auszustrecken, finden denselben beim Erwachen in einer andern Lage, aber immer in einer gebeugten und steifen, weil die erstere während des durch Chloroform herbeigeführten Schlafes verändert wurde, und sie es daher nicht gewahr wurden. Dies ist die „spastische“ (krampfhafte) Kontraktur, wie man sie auch zuweilen im Somnambulismus findet, die einige Minuten, Stunden und auch ganze Tage andauern kann.

Die Pathologie der Kontraktur wurde besonders von Charcot studirt, welcher in seinen Abhandlungen über Nervenkrankeiten lange Seiten über diesen Gegenstand schrieb, die von großer Meisterschaft zeugen, unter Beigabe schreckenerregender photographischer Bilder von derartigen Kranken.

II.

Die Muskelkrankheiten lassen sich fast alle auf ein Uebermaß oder auf eine Verminderung der Art der Muskelthätigkeit zurückführen. Betrachten wir die physiologischen Bedingungen, welche diesen Krankheitserscheinungen als Grundlage dienen. Der erste Physiolog, welcher die Erscheinungen der Kontraktur mit Genauigkeit beschrieb, war Prof. Kronecker im Jahre 1870; nach ihm haben sich viele Physiologen damit beschäftigt; ich führe unter andern die Herren Roßbach, Ch. Richet, v. Frey und v. Kries an. Keiner hatte indessen Studien am Menschen angestellt. Mit dem Ergographen wird es uns jetzt leicht, das an uns selbst zu studiren, was man bis dahin nur an Fröschen beobachtet hatte.

Ich beginne damit, in Fig. 15 die Zeichnung einer Kontraktur zu geben, wie sie sich in Folge der elektrischen Reizung der Muskeln darstellt.

Dr. Colla hat seine Hand im Ergographen fixirt und

hält mit dem Mittelfinger ein Gewicht von 500 Gramm schwebend. Aller 2 Sekunden trifft der Induktionsschlag eines elektrischen Reizapparates die Beugemuskeln und bringt sie zur unwillkürlichen Zusammenziehung.

Man ersieht aus der Zeichnung, daß bis zur sechsten Reizung jede Zusammenziehung über die vorausgehende treppenartig emporsteigt. Es ist dies ein Resultat der Kontraktur, in Folge deren der Muskel, sobald er einmal zusammen-

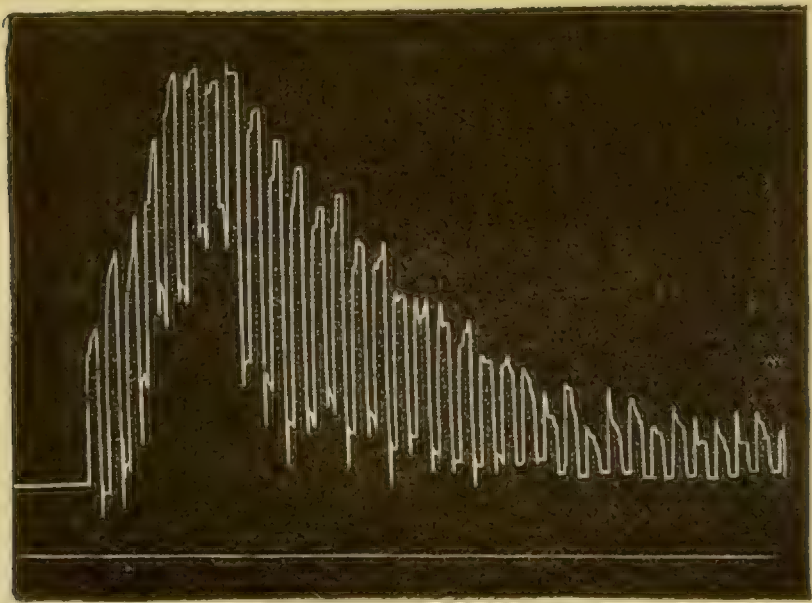


Fig. 15.
(Dr. Colla) Kontraktur der Beugemuskeln, durch direkte elektrische Reizung herbeigeführt.

gezogen ist, nicht wieder völlig erschlaffen kann. Nachdem die Kurve den Gipfel der Treppe erreicht hat, kommt eine niedrigere Kontraktion, die Kontraktur läßt nach, und der Muskel zeigt das Bestreben, in den Ruhepausen seine normale Länge einzunehmen. Es ist bemerkenswerth, daß sich, sobald die Kontraktur abnimmt, die Ermüdung zu zeigen beginnt, oder doch wenigstens die Höhe der Kontraktionen abzunehmen anfängt.

Auch bei den willkürlich herbeigeführten Zusammenziehungen ist die Erscheinung der Kontraktur wahrzunehmen, bei einigen Personen ist sie so stark, daß sie ein Gewicht von 3 Kilogramm schwebend erhält.

Schon Kronecker hatte an Fröschen beobachtet, daß die Kontraktur immer im Anfang einer Reihe von Zusammenziehungen auftritt, daß sie schnell ihren Höhepunkt erreicht, ebenso wie wir es bei dem Menschen sehen, und dann verschwindet. Aber schon eine Ruhepause von zwei Minuten reicht hin, daß sie wieder erscheint.

Bei Anwendung eines intensiveren elektrischen Stromes wird die Kontraktur ebenfalls stärker, wie aus dem folgenden Versuch (Fig. 16) ersichtlich ist.

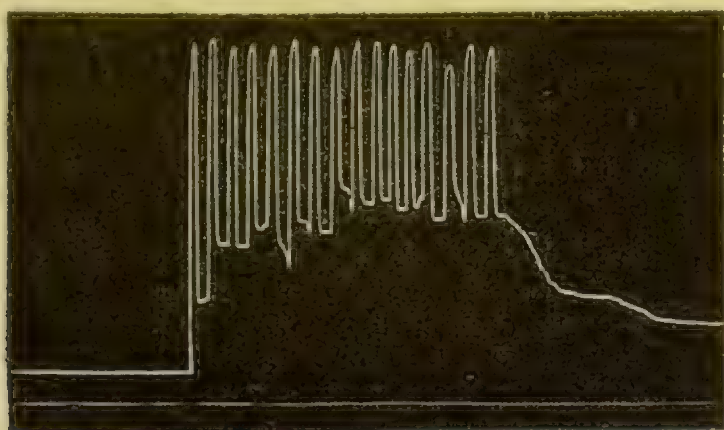


Fig. 16. Kontraktur, hervorgerufen durch eine stärkere elektrische Reizung, als in der vorhergehenden Zeichnung der Fall war.

Der Mittelfinger der linken Hand hebt 200 gr; der Muskel wird durch den elektrischen Strom direkt erregt. Nach der ersten Kontraktion erschlafft der Muskel nicht wieder vollständig. Nach zwei Sekunden wird der Schlag wiederholt und der Muskel zieht sich wieder zusammen, aber er erschlafft wieder nicht ganz, so daß der Mittelfinger gekrümmt bleibt und bei jedem weiteren Reiz sich weiter zusammen=

zieht. Nach der 16. Kontraktion hören wir auf, ihn zu erregen, worauf alsbald die Kontraktur im Muskel nachläßt und derselbe sich, wie man auf der Zeichnung sieht, langsam wieder ausdehnt.

Ch. Richet*) hatte bereits sehr wichtige Beobachtungen über die Kontraktur an den Muskeln der Krebse gemacht. Er fand, daß sie diese Erscheinung nicht mehr zeigen, wenn sie längere Zeit fern von ihrem natürlichen Element in Gefangenschaft gehalten wurden. Selbst bei Anwendung stärkster elektrischer Ströme ließ sich keine Kontraktur erzielen, und Richet schreibt diese Ohnmacht einer verminderten Reizbarkeit der Muskeln zu.

Auch bei den Menschen sind bemerkenswerthe Unterschiede zu beobachten; ich fand die ausgeprägtesten Kontrakturen bei leicht erregbaren Personen. Daß es ein Naturvorgang ist, der sich unabhängig von der Nerventhätigkeit vollzieht, ist aus dem Faktum zu entnehmen, daß die Kontraktur zuerst beobachtet und studirt wurde an Muskeln, die vom Organismus getrennt waren. Daß sie sich am augenfälligsten bei sehr nervösen Leuten zeigt, ließ mich darauf schließen, daß nicht alle Erscheinungen übertriebener Reizbarkeit dem Nervensystem zuzuschreiben sind, sondern daß bei solchen Personen der Muskel selbst eine größere Reizbarkeit besitzt.

Nicht alle Muskeln sind in gleichem Maße erregbar; es ziehen sich z. B. die Beugemuskeln eines Froschschenkels leichter als die Streckmuskeln zusammen; aber die Flexoren ermüden auch leichter als die Extensoren. Ermüdet man einen Muskel und hemmt dann die Cirkulation des Blutes in ihm, so verschwindet augenblicklich die Kontraktur.

Aus den vorstehenden Erörterungen erhellt, daß die Kontraktur, wie sie sich physiologisch darstellt, der Anfang eines

*) Ch. Richet, Physiologie des muscles et des nerfs, 1882, pag. 78.

pathologischen Vorgangs ist. Wenn man an Personen, die an Lähmung des Gesichtsnerven leiden, die Muskeln des Gesichts mit einem starken elektrischen Strome reizt, so sieht man zuweilen wie die Lähmung sogleich in den entgegengesetzten Zustand, nämlich den der andauernden Kontraktion übergeht, so daß die eine Hälfte des Gesichts, welche vorher ausdruckslos und wie todt durch die krankhafte Lähmung war, nun statt dessen auf die Dauer von Stunden verzerrt bleibt. Auch bei gesunden Personen muß die Kontraktur als eine abnorme und gleichsam pathologische Erscheinung aufgefaßt werden, als das charakteristische Symptom einer Veränderung, die der Muskel durch übermäßige Reizung erleidet; folglich als eine Art Ermüdung, die sich im Muskel vollzieht, sobald er nach einer Ruhezeit in Thätigkeit tritt. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß die ersten von einem wohlausgeruhten Muskel ausgeführten Kontraktionen in ihrem Charakter verschieden sind von denen, die ein ermüdeter Muskel ausführt.

Die Physiologie des Muskels im Zustande der Ruhe ist für mich völlig verschieden von der Physiologie des ermüdeten Muskels. Wir sehen in der That, daß, sobald der Vorgang der Kontraktur in einer Reihe von Kontraktionen vorüber ist, die nun folgenden Kontraktionen, falls nicht zu schnell die Ermüdung eintritt, einander viel ähnlicher werden, als die erstgemachten Zusammenziehungen. Gewiß ist, daß es sich hier um sehr verwickelte Vorgänge handelt. In dem Muskel, welcher arbeitet, verändert sich die Reizbarkeit sehr schnell. Die Annahme mag seltsam erscheinen, daß in einem Muskel, der nach längerer Ruhe wieder zu arbeiten anfängt, sich ein Zeichen von Müdigkeit nachweisen lasse, sobald er einem zu starken nervösen Reiz gehorcht, während doch die Kontraktionen an Höhe zunehmen; ich kann indessen keine Erklärung finden, die logischer wäre.

III.

Wir wissen Alle, daß die Augen beim Lesen und Schreiben ermüden. Auf die Gründe, warum sie leicht ermüden, will ich in spätern Kapiteln dieses Buches zurückkommen. Für jetzt werde ich einige Veränderungen zu untersuchen haben, welche die Sehkraft erleidet und die meines Erachtens mit dem Vorgang der Kontraktur in Beziehung stehen.

Wollen wir einen Gegenstand in der Nähe betrachten, so müssen wir einen linsenförmigen Körper von lebender Substanz, den wir im Auge haben und der mit einer gewöhnlichen Glaslinse große Aehnlichkeit hat, in seiner Gestalt verändern. Um die Linse des Auges herum liegt ein Muskel, der ihr gleichsam als Einfassung dient. Dieser Muskel, Ciliar- oder Akkommodationsmuskel genannt, verändert durch seine Zusammenziehung den Radius der Wölbung dieser Linse, wodurch es uns möglich gemacht wird, ferne Gegenstände sowie auch naheliegende zu sehen. Um mich eines faßlichen Vergleichs zu bedienen, möchte ich sagen: wir machen es mit unserm Auge, wie wir es mit einem Opernglase machen, das wir um so mehr verlängern, je näher der Gegenstand liegt, den wir betrachten wollen. Der Ciliarmuskel muß sich jedesmal zusammenziehen, wenn wir feine Dinge, z. B. beim Lesen oder Schreiben, ins Auge fassen, und er bleibt so lange zusammengezogen, als unsere Aufmerksamkeit währt.

Es giebt anscheinend ganz gesunde Menschen, welche die Anstrengung, die unsere Augen machen müssen, um nahe Gegenstände zu sehen, nicht lange ertragen können. Wenn sie anfangen zu lesen oder zu nähen, unterscheiden sie genau die Worte oder Stiche, die sie fixiren, aber schon nach einer gewissen Zeit legt es sich wie ein Schleier vor ihren Blick. Die ersten Male meinen sie, es seien Thränen oder Schleim,

die ihnen alles verschleiern, und schließen die Augen, reiben sie auch wohl. Während dessen ruhen sich die Augen ein wenig aus, und sogleich danach sehen sie die Gegenstände wieder so scharf wie früher. Fahren sie jedoch in ihrer Beschäftigung noch länger fort, so trübt sich bereits nach wenigen Minuten ihr Blick von neuem, und bleiben sie noch längere Zeit bei der Arbeit, so röthen sich ihre Augen und beginnen weh zu thun. Diese Augenkrankheit nannte man Asthenopie. Es ist dies ein dem Griechischen entlehntes Wort, welches „Augenschwäche" bedeutet. Das Ausruhen hat einen solchen Einfluß auf das Sehen, daß manche Handwerker, wie z. B. die Schriftsetzer, Schneider, Schuhmacher, in den ersten Tagen nach der Ruhe des Sonntags vollkommen gut sehen; aber gegen die Mitte der Woche stellen sich die Symptome der Asthenopie wieder ein, so daß sie gezwungen sind, aufzuhalten und zum Arzte zu gehen, um ihm zu klagen, daß nicht nur ein Nebel sie am Sehen verhindere, sondern auch, daß sie Schmerzen fühlen, die von den Augen nach der Stirn und dem Hinterhaupt ausstrahlen.

Zuweilen kommt das Nichtsehenkönnen von einem Zustand zu starker Kontraktion des Augmuskels her; dies ist dann der dem vorigen entgegengesetzte Fall. Es giebt sehr empfindliche Personen, die durch Gemüthserregung plötzlich kurzsichtig werden.

Ein Advokat, dessen Geschichte Schmidt-Rimpler veröffentlicht hat, pflegte immer zwei Brillen bei sich zu haben. Wenn er ruhig war, bediente er sich der schwachen; aber er wußte, daß er, sobald er im Feuer der Rede sich erregte, die stärkere nehmen mußte, weil er sonst nicht mehr lesen konnte. Ein ähnlicher Vorgang, jedoch in geringerem Grade, vollzieht sich in allen Augen.*)

*) Fast gleiche Beobachtungen sind in Kapitel X meines Buches „Ueber die Furcht" behandelt.

Wenn wir längere Zeit lesen, so vollzieht sich im Ciliarmuskel ein Zustand andauernder Kontraktion, ähnlich der Zusammenziehung, welche unsere Hände nach einem kräftigen Ruderschlag oder einer anstrengenden Turnübung am Trapez geballt erhält.

Es ist dies eine sehr gewöhnliche Erscheinung, von der Alle, die viel lesen, zu leiden haben, der Eine mehr, der Andere weniger, und die Schmerzen, die wir in den Augen fühlen, nachdem wir sie angestrengt haben, rühren von diesem „Akkommodationskrampf" her; so heißt nämlich dieser pathologische Zustand des Auges. Ich berichte über eine an mir selbst gemachte Beobachtung, um zu zeigen, unter welchen Bedingungen, und mit welchen Erscheinungen diese Ermüdung der Augen auftritt.

Ich schreibe die Beobachtung so ab, wie ich sie in meinen Notizen finde: „Heute las ich fast fünf Stunden anhaltend. Ich suchte eine Stelle, welche nach meiner Erinnerung in einem gewissen Buche stehen mußte, und las deshalb den ganzen Band beinahe durch, indem ich ihn aufmerksam durchblätterte. Als ich fertig war, fühlte ich mich ermüdet und ging auf die Promenade del Valentino hinunter. Ich empfand ein lebhaftes Bedürfniß, die Augen geschlossen zu halten, und wenn ich die Häuser und Bäume, die auf dem Turiner Hügel stehen, ansah, schien mir alles wie von Nebel umhüllt. Ich hielt eine Zeitung in der Hand und bemerkte, daß ich, im Gegensatz hierzu, ganz genau die darin stehenden Worte sehen konnte. Ich versuchte mehrere Male den Vergleich anzustellen, sah einmal die fernen, dann wieder die nahen Gegenstände an und überzeugte mich, daß ich den Akkommodationskrampf hatte, daß der Ciliarmuskel, wegen seiner für das andauernde Lesen erforderlich gewesenen Kontraktion, nicht wieder hatte erschlaffen können und das Auge sich daher nicht in die Ruhestellung zurückzuversetzen vermochte, die nöthig ist, um ent-

fernte Gegenstände zu betrachten. Ungefähr nach einer halben Stunde hörte diese Beeinträchtigung der Sehkraft auf."

Die Knaben in den Schulen leiden oft an diesem Akkommodationskrampf. v. Reuß fand denselben, als er die Schüler in den Gymnasien von Wien auf ihre Sehkraft untersuchte, zu 25% vorhanden. Diese Leichtigkeit, den Augenmuskel in andauernde Zusammenziehung zu versetzen, bewirkt allmählich eine Formveränderung des Auges und weiterhin Kurzsichtigkeit. Die Aerzte sind einstimmig in der Erkenntniß, daß die Anstrengung, die das Auge machen muß, sich für Betrachtung naheliegender Gegenstände einzustellen, die gewöhnlichste Ursache für die Kurzsichtigkeit in den Schulen ist.

IV.

Es giebt eine Krankheit, die unter dem Namen Thomsen-Krankheit bekannt ist (nach dem Namen des Autors, der zuerst eine Beschreibung derselben veröffentlichte), bei welcher die Erscheinung der Kontraktur sich jedesmal dann zeigt, wenn eine willkürliche Bewegung ausgeführt werden soll. Es ist eine erbliche Krankheit, und Thomsen, der sie beschrieb, war selbst damit behaftet; ja die Geschlechtsfolge, welcher er angehörte, war bereits die fünfte, in der sich die Krankheit forterbte. Nehmen wir an, ein solcher Kranker beabsichtige eine Treppe zu ersteigen, so würde ihm das Ersteigen der ersten Schwelle große Anstrengung kosten; er würde sich am Geländer festhalten und sich daran hinaufleiten müssen. Nach und nach verliert sich dann die Ungelenkigkeit, so daß er die letzten Stufen wie alle andern Menschen erklimmen kann. Ein zum Heere einberufener Rekrut war von dieser Krankheit befallen. Die mit derselben nicht genau vertrauten Aerzte glaubten, er simulire ein Gebrechen, und er schleppte sich

mühsam durch das Freiwilligenjahr hindurch. Das einzige Symptom der Krankheit, welches sich an ihm zeigte, war, daß er nach längerer Ruhepause auf das Commando „Marsch" die ersten Schritte in der Linie nicht wie die andern machen konnte, und dasselbe war der Fall bei der Waffenhandhabung, indem er bei den ersten Griffen stets im Rückstand blieb; wurde die Uebung fortgesetzt, so ging Alles ganz gut weiter. Eine Kranke, von der Prof. Eulenburg erzählt, hatte ihm mitgetheilt, daß ihr von Jugend auf die ersten Schritte beim Tanzen große Anstrengung gekostet hätten, weil sie heftige Schmerzen in den Waden empfunden habe; daß sie indessen die letzten Schwenkungen ebenso gut wie alle die Andern habe machen können.

Das französische Sprichwort: Ce n'est que le premier pas qui coûte, hat seine wahre und augenscheinliche Verkörperung in der Thomsen-Krankheit gefunden. Die bei jeder willkürlichen Bewegung in den Muskeln dieser Kranken sich bemerkbar machende Ungelenkigkeit zeigt sich nicht nur in den Beinen, sondern in allen Muskeln. Sogar in denen der Zunge und der Augen, wo sie indessen weniger augenfällig sind. Fangen solche Kranke nach längerem Stillschweigen an zu sprechen, so kommen die ersten Worte stotternd heraus, und beim Essen können sie den Mund nicht ordentlich aufmachen. Einer meiner Turiner Bekannten leidet in geringem Grade an dieser Krankheit; er ist ein kräftiger Mann und doch machen ihm die ersten Schritte beim Aufstehen des Morgens tagtäglich große Schwierigket. Wie er mir erzählte, leidet er besonders in den Wintermonaten an der Kontraktur; im Sommer stellt sie sich nur nach einem langen Spaziergang ein.

Die Muskeln dieser Personen sind höchst erregbar und bei ihnen läßt sich leicht durch den elektrischen Strom die Kontraktur hervorbringen. Demnach wäre diese Krankheit als

die Uebertreibung eines physiologischen Zustandes aufzufassen, und es sind die nervenschwachen Personen, die am meisten dazu neigen. Uebrigens ist dies keine schwere Krankheit, sie verschwindet mit dem Alter in vielen Fällen gänzlich.

Wenngleich die Kontraktur als ein pathologischer Vorgang aufgefaßt werden muß, so dürfen wir uns deshalb nicht den Muskel dadurch als weniger geschickt zum Arbeiten vorstellen. Es handelt sich hierbei um eine Unzulänglichkeit, die die Natur (wenn ich mich so ausdrücken darf) nicht hat umgehen können. Um gewisse nützliche Resultate zu erzielen, hat die Natur gewisse Unzuträglichkeiten dulden müssen. Es giebt Augenblicke, in denen die Kontraktur sogar zu einer Vervollkommnung des Muskels wird. In außerordentlichen Lebensverhältnissen, wo die starke Kontraktur einem Individuum das Leben retten kann, wird sie zur Nothwendigkeit, weil durch sie die Zusammenziehung des Muskels unterstützt wird, und mit ihrer Hülfe der Muskel seine größte Verkürzung und damit seine größte Stärke erreicht.

V.

Daß das flüssige Eiweiß durch Hitze eine feste Form annimmt, ist eine bekannte Thatsache. Im Blute haben wir einen flüssigen Eiweißkörper, der ohne Einfluß der Hitze gerinnt, sobald er aus den Blutgefäßen heraustritt; in den Geweben des Organismus giebt es noch andere, ebenfalls flüssige Eiweißkörper, welche gerinnen, sobald das Leben entweicht. Die Leichenstarre ist ein Phänomen der Gerinnung.

Manche Thiere erstarren erstaunlich schnell; ich führe unter diesen die Sardinen als Beispiel an. Als ich das Blut dieser Thiere studiren wollte, wurde es mir fast unmöglich, mir dieselben lebend zu verschaffen, obwohl sich die Fischer der

Zoologischen Station von Neapel die größte Mühe gaben; schon das Herausnehmen der Fische aus den Netzen, um sie in einen Eimer voll Wasser zu legen, genügte, sie zu tödten und steif werden zu lassen. Ich wollte selbst auf das Schiff gehen und zusehen, weil mir die Vermuthung gekommen war, daß die Aufregung der Thiere, sich im Netze gefangen zu sehen, und ihre heftigen Bewegungen die Ursache ihres Todes seien. Ich mußte mich aber überzeugen, daß sie wirklich binnen einiger Minuten steif wurden. Diesem schnellen Gerinnen der Substanz in den Muskelgeweben entspricht eine sehr schnelle Veränderung des Blutes, so daß es nicht möglich ist, die Blutkörperchen zu erhalten, ohne daß sie das Hämoglobin verlieren und farblos werden. Ich möchte sagen, daß der Organismus dieser Thiere aus Zellen größter Hinfälligkeit bestehen. Andere Fische werden dagegen erst lange nach dem Tode steif, und es schien mir, daß es gerade diejenigen Fische sind, die das widerstandsfähigste Blut haben. Das Gerinnen ist also ein den Zellen des Organismus gemeinsamer Vorgang und eines der Kennzeichen des Todes.

Es war Prof. Kühne, welcher zuerst den inneren Mechanismus des Gerinnens erklärte. Er hatte beobachtet, daß die Muskeln der Frösche, wenn sie im Kalten bleiben, sehr langsam erstarren, und daß sie bis zum Hartwerden frieren können, ohne beim Wiederaufthauen ihre Biegsamkeit einzubüßen. Kühne nahm eine Anzahl Froschmuskeln, reinigte sie zur Winterszeit von Blut und allen etwa darin enthaltenen Eiweißsubstanzen, und zerrieb sie bei einer Temperatur von — 7°; darauf stieß er die Masse in einem Mörser klein. Er preßte sie dann bei einer Temperatur von 0° aus, filtrirte sie und erhielt eine opalschimmernde Flüssigkeit von gelblicher Färbung. In der Zimmertemperatur stehen gelassen, gerann die Flüssigkeit wie Blut. Kühne gab der geronnenen Masse den Namen „Myosin"; das Flüssige,

was zurückblieb, ist das Serum der Muskeln. Nach demselben Verfahren extrahirte Halliburton aus Kaninchen und andern Warmblütern das Myosin. Wir können jetzt als bewiesen annehmen, daß die Hauptmasse der Eiweißkörper und demnach der der Zusammenziehung fähigen Substanzen unserer Muskeln aus Myosin besteht.

Das erste Zeichen der Todtenstarre wird an der Kinnlade eines Todten bemerkbar. Die Muskeln, welche die Zähne zusammendrücken, sind vielleicht die hinfälligsten. Auch im Fieber und beim Zittern fangen unsere Zähne an zu klappern, ehe noch ein anderer Muskel vom Zittern ergriffen ist. Ebenso ist beim Starrkrampf die Unbeweglichkeit des Kiefers eines der Symptome, mit welchen diese schreckliche Krankheit sich ankündigt. Die Zeit, in welcher die Leichenstarre eintritt, kann zwischen einer Viertel- oder halben Stunde bis zu vierundzwanzig Stunden schwanken. Durchschneidet man die Muskeln eines erstarrten Leichnams, so findet man die Gelenke noch vollkommen beweglich. Dies ist ein Beweis, daß die Unbeweglichkeit gerade in den Muskeln ihre eigentliche Ursache findet und daß keinerlei Veränderung in den Gelenken durch den Tod bewirkt wurde.

Ich habe mit Prof. L. Pagliani*) die Leichenstarre an dem Herzen des Hundes studirt und beobachtet, daß dieselbe sich einstellt zuweilen schon ehe das Herz aufgehört hat spontan zu schlagen. Es ist wahrscheinlich, daß mit unserm Herzen dasselbe vorgeht, daß zu der Zeit, wann seine Schläge im Todeskampf langsamer werden, schon jene Veränderung im Muskel anfängt, welche ihn steif werden läßt. Um diesen Vorgang genauer zu beobachten, machten wir Versuche an einem Hunde, und das Ergebniß war, daß in den ersten vier Stunden, außer einigen Fibrillarbewegungen und Oscil-

*) A. Mosso e L. Pagliani, Critica sperimentale della attivita diastolica del cuore. Torino, 1876.

lationen das vom Körper getrennte Herz nahezu unbeweglich blieb. Gegen die vierte Stunde beginnt die eigentliche Todtenstarre einzutreten, die in etwa zwei Stunden ihren Maximalpunkt erreicht hat.

VI.

Das Wesentliche bei der Muskelthätigkeit besteht darin, daß der Muskel die eigenthümliche Kraft hat, sich momentan zusammenzuziehen, und daß er unmittelbar darauf zu seiner ursprünglichen Länge zurückkehrt. Indessen ist die Thatsache bemerkenswerth, daß alle Ursachen, welche den Muskel schädigen, darauf hinzielen, ihn im Zustande der Verkürzung zu erhalten. Zu starke elektrische Reizungen, die Ermüdung und verschiedene Gifte, die Unterbrechung der Blutcirkulation rufen die Kontraktur und die Starre hervor. Es muß in der That seltsam erscheinen, daß die Funktion eines Organs sich verstärke aus Ursachen, die darauf hinauslaufen, das Absterben herbeizuführen. Aus diesem Grunde verglich Hermann die Muskelzusammenziehung mit der Todtenstarre. Der Unterschied soll darin liegen, daß, nachdem die Gerinnung des Myosin im Muskel eingetreten ist, dieses sich sogleich wieder auflöst, damit der Muskel sich wieder ausdehnen könne. Engelmann hat es wahrscheinlich gemacht, daß, während der Zusammenziehung ein flüssiger Stoff im Innern der Muskelelemente in Bewegung geräth. Die größte Schwierigkeit besteht darin, zu erklären, in wiefern die Gerinnung dieser Substanz die Verkürzung des Muskels herbeiführen kann, da, wie wir wissen, nur die Form des Muskels sich durch seine Verkürzung verändert, nicht aber sein Volumen. Bierfreund hat noch eine weitere Aehnlichkeit zwischen der Leichenstarre und der physiologischen Kontraktion gefunden. Wie bekannt, hört

die Steifheit des Leichnams mit seiner Verwesung auf. Bierfreund versucht nachzuweisen, daß die Starre durch einen Vorgang verschwindet, welcher nicht der Verwesung gleicht, sondern einem Vorgang in dem lebenden, sich von selbst verkürzenden Muskel.*) Auf diese Erklärung Bierfreund's antwortete Bernstein mit andern Versuchen; so daß wir noch nicht zu entscheiden vermögen, ob wirklich, wie Schiff behauptete, die Todtenstarre als eine letzte, von unsern Muskeln vollführte Zusammenziehung zu betrachten, d. h. ob sie als ein letztes Lebenszeichen oder das erste Zeichen des Todes aufzufassen sei. Sicher ist immerhin, daß eine tiefgehende Aehnlichkeit zwischen der Kontraktion der Muskeln und der Starrheit derselben im Tode besteht.

Im ersten Kapitel dieses Buches sahen wir bereits, wie schnell die von einem weiten Fluge zurückkehrenden Tauben, falls sie sogleich getödtet werden, erstarren. Ch. Richet sah die Todtenstarre binnen einer Minute bei Kaninchen erscheinen, die er mittels starker elektrischer Ströme tödtete.**)

Ertrunkene, die, ehe sie starben, sich heftig kämpfend noch an Etwas klammerten, in der Hoffnung, sich dadurch retten zu können, findet man bisweilen mit den erstarrten Händen an jenen Gegenständen festhängen, die sie umfaßt hatten, ohne daß durch den Tod die Muskeln erschlafft wären. Bei dem letzten schrecklichen Schiffbruch, den italienische Auswanderer bei Gibraltar (17. März 1891) erlitten, und wobei dreihundert Menschen ums Leben kamen, befand sich unter den Leichen, die am folgenden Morgen an den Strand gespült wurden, die einer Frau mit einem Kinde, das den Hals der Mutter umklammert hielt. Weder der Todeskampf noch die sturmgepeitschten Wellen des Oceans, welche die todten Kör-

*) Max Bierfreund, Untersuchungen über die Todtenstarre. In: Pflüger's Archiv, 1888, Bd. 43, S. 195.

**) Ch. Richet, Physiologie des muscles et des nerfs, pag. 365.

per auf die Küste schleuderten, hatten die letzte Umarmung des Todes zu lösen, die Mutter von ihrem Kinde zu trennen vermocht.

Die erschütterndsten Beobachtungen über die Todtenstarre hat Prof. Roßbach auf den Schlachtfeldern von Beaumont und Sedan während des Krieges von 1870 gemacht.*) Auf einem Hügel nahe bei Floing lagen in einer langen Reihe viele französische Husaren. Einige sah er, auf deren Gesicht noch unverändert der Ausdruck des Schmerzes lag, den sie im Todesaugenblick empfunden hatten; ihre Augenbrauen waren gerunzelt, die Lippen aufeinander gepreßt, und obgleich die Körper schon erkaltet waren, so erhielt doch eine krampfhafte Kontraktion die Muskeln ihres Gesichts noch in grausiger Verzerrung. Viele hielten noch den Säbel in der geballten Faust. Einer der Soldaten war getroffen worden, als er im Begriff stand, das Gewehr zu laden. Manche fand man mit lächelndem Gesicht, das vielleicht durch den letzten Gedanken veranlaßt war, der ihnen im Augenblick des Todes aufstieg. Ein Soldat war zurückgefallen, lag mit dem Rücken auf der Erde und streckte so beide Arme gen Himmel; von weitem mußte man glauben, er rufe um Hülfe; man lief näher und fand ihn in dieser Stellung erstarrt.

Eine Granate hatte mit einem Schlage einen Trupp Soldaten getödtet, die sich in den Schutz eines Grabens zurückgezogen hatten, um ruhig frühstücken zu können. Von einem derselben, sagt Roßbach, konnte man mit Sicherheit sagen, er habe eine lustige Geschichte erzählt, so deutlich war noch der Ausdruck der Befriedigung auf seinem Gesicht ausgeprägt, obgleich ihm eine schwere Schädelwunde den Tod bereitet hatte. Der neben diesem Sitzende hatte eine zinnerne

*) Roßbach, Ueber eine unmittelbar mit dem Lebensende beginnende Todtenstarre. In: Virchow's Archiv, Bd. LI, S. 558.

Tasse, sie zierlich zwischen Daumen und Zeigefinger haltend, an die Lippen geführt. Der Rand der Tasse berührte gerade die Unterlippe, als ihm der ganze Schädel und das Gesicht, mit Ausnahme des Unterkiefers, heruntergerissen wurden. Die so in einem Augenblicke getödteten Soldaten konnten wegen der Vertiefung, in der sie saßen, und wegen des engen Aneinandersitzens nicht fallen, und so fand man den letzteren noch nach 24 Stunden in halb sitzender, halb liegender Stellung, wie er die Tasse mit der erhobenen Hand an den kopflosen Unterkiefer hielt.

Ein in die Brust geschossener Deutscher hatte, als er sein Ende herannahen fühlte, das Bild seiner Frau oder Geliebten noch einmal sehen wollen. Er lag halb auf der Seite auf seinem Tornister und hielt in der vor die Augen gehobenen erstarrten Hand die Photographie."*)

---

*) A. a. O. 561.

Siebentes Kapitel.

Das Gesetz der Erschöpfung.

I.

Der Verbrauch unseres Körpers steht nicht in einem konstanten Verhältniß zu der Arbeit, die er vollbringt. Schaffe ich eine gewisse Arbeitsmenge, so heißt das nicht, daß ein bestimmter Ermüdungsgrad daraus resultirt, und daß ich nach zwei oder drei aufeinanderfolgenden gleichen Arbeitsmengen zwei- oder dreimal so stark ermüdet sein muß.

Dr. Maggiora hat durch eine Reihenfolge von Versuchen, die in meinem Laboratorium*) vorgenommen wurden, bewiesen, daß „die Arbeit, welche ein schon ermüdeter Muskel ausführt, demselben viel schädlicher ist, als eine Arbeitsleistung unter normalen Bedingungen."

Die in Anwendung gebrachte Methode war folgende: Durch mehrere vorläufige Experimente war festgestellt worden, daß eine zweistündige Ruhepause genügte, um jede Spur von Müdigkeit zu verwischen, die in den Beugemuskeln der Finger durch eine Reihe von im Ergographen vorgenommener Zu-

*) Ueber die Gesetze der Ermüdung, Untersuchungen an Muskeln des Menschen. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Physiologische Abtheilung, 1890, S. 211.

sammenziehungen hervorgebracht worden war. Dies war beispielsweise die Zeitdauer, welche Dr. Maggiora seinen eigenen Muskeln verwilligen mußte, um daraus jede Spur von Ermüdung schwinden zu lassen. Wurde dieser Zeitraum verkürzt, ließ man z. B. zwischen einer und der andern Reihe von Kontraktionen nur eine Stunde vergehen, so war es natürlich, daß der Muskel eine geringere Arbeitsmenge verrichtete, weil er nicht genügend ausgeruht hatte.

Setzte er die Zahl der Zusammenziehungen auf die Hälfte herab, so bedurfte er nicht der halben Zeit zur Erholung. Nehmen wir an, ein Muskel hat dreißig Kontraktionen bis zu seiner völligen Erschöpfung zu machen, so fand sich, daß, wenn man ihn nur die Hälfte, d. h. fünfzehn Kontraktionen, machen ließ, man die Ruhezeit auf ein Viertel, nämlich eine halbe Stunde, herabsetzen konnte, ohne daß die Wirkung der kürzern Ruhezeit sich an ihm bemerkbar machte. Durch diese Beobachtungen wurde bewiesen, daß die Kräfte sich während der zuerst gemachten Zusammenziehungen weniger als während der spätern erschöpfen, und daß die Ermüdung nicht proportional der vollbrachten Arbeit wächst. Summirt man nämlich die Hebungen, welche die Beugemuskeln der Finger an dem Gewichte leisten, so findet man eine bedeutend größere mechanische Arbeitsmenge in den ersten fünfzehn Zusammenziehungen als in den späteren.

Alle diese Versuche wurden Morgens begonnen und bis zum Abend fortgesetzt, indem aller halben Stunden fünfzehn Hebungen des Gewichtes ausgeführt und aufgeschrieben wurden. Diese Ruhezeit war augenscheinlich genügend für das Ausruhen des Muskels, weil die Zeichnungen, von der ersten bis zur letzten, alle dieselbe Höhe zeigten. Aus diesem Experiment, dessen Einzelheiten ich hier nicht anführen will, ergab sich, daß sich die Kraft des Muskels nicht vollständig erschöpft, wenn man ihm die letzten Zusammenziehungen, deren

er fähig ist, erläßt, daß er viel weniger ermüdet und dadurch fähig bleibt, eine um das Doppelte größere mechanische Arbeitsmenge zu verrichten, als jene gewesen sein würde, die er, selbst unter den für seine Erholung günstigsten Verhältnissen, hätte vollbringen können, wäre er bis zu seiner völligen Ermüdung angestrengt worden.

Wer jemals einen Berg erstiegen hat, wird bemerkt haben, daß der letzte Theil des Aufstiegs, um die Spitze zu erklimmen, eine weitaus größere Anstrengung erfordert als die übrigen, selbst schwierigeren Passagen, bei denen wir weniger ermüdet waren. Unser Körper ist nicht mit einer Lokomotive zu vergleichen, welche zu jedem Kilogrammmeter Arbeit dasselbe Quantum Kohlen verbraucht. Bei uns bringt schon ein kleiner Bruchtheil mechanischer Arbeit, sobald wir müde sind, schädliche Wirkungen hervor. Als Grund hierfür habe ich schon im vorigen Kapitel angedeutet, daß der Muskel möglicherweise bei seinen ersten Kontraktionen andere Substanzen verbraucht, als bei den letzten, wo er ermüdet ist. Um mich eines Beispiels zu bedienen, könnte ich sagen, daß sich am ersten Tage des Fastens andere Stoffe unseres Körpers verzehren als in den letzten Tagen der Aushungerung.

Ich erwähnte, daß es unserm Körper Schaden bringt, wenn wir ihn, sobald er ermüdet ist, noch länger arbeiten lassen. Einer der Gründe hierfür liegt darin, daß der Muskel, sobald er die Energie, über die er normaler Weise verfügen kann, aufgebraucht hat, sich genöthigt sieht, zum Zweck einer Mehrleistung von Arbeit, so zu sagen, andere Kräftevorräthe, die er in Reserve hatte, anzubrechen; und um dies zu ermöglichen, muß ihm das Nervensystem mit einer intensiveren Nerventhätigkeit zu Hülfe kommen. Aber wie beträchtlich auch immer die Nervenanstrengung sei, der ermüdete Muskel zieht sich nur schwach zusammen.

Beim Heben eines Gewichtes sind es zwei Theile, die

sich ermüden: der eine ist central, rein nervös, nämlich der Impuls, den der Wille giebt; der andere ist peripherisch, und zwar die chemische Arbeit, welche sich in den Muskelfasern in mechanische Arbeit umsetzt. Schon Kronecker hatte es ausgesprochen, daß es nicht allein das Gewicht ist, welches die Ermüdung verursacht, sondern auch die Anreizung des Muskels. Ich habe erproben wollen, ob dies Gesetz, das an Fröschen gefunden wurde, sich auch bei dem Menschen bewahrheitet. Ich befestigte eine Schraube an den Ergographen (Figur 5, Kap. IV), die nach der andern Seite der Säule L zwischen den zwei Eisenstangen reicht, in welchen sich der Läufer N bewegt. Wenn man nun diese Schraube dreht, giebt man dem Gewicht einen der Hand näher liegenden Stützpunkt, und der Mittelfinger wird, wenn er anfängt, Zusammenziehungen auszuführen, einen Theil des Weges leer gehen. Wenn wir, während der Muskel eine Ermüdungsreihe schreibt, die Schraube V am Ergographen drehen, so können wir es so einrichten, daß der arbeitende Finger das Gewicht immer später zu heben anfängt. Entlasten wir ihn auf diese Weise vom Gewicht, so sehen wir, daß der ausgeruhte Muskel anfangs den Unterschied nicht bemerkt.

Demnach scheint der Muskel unempfindlich gegen das aufzuhebende Gewicht zu sein, wenn er noch seine volle Frische besitzt. Sobald derselbe zu einer Kontraktion angeregt ist, führt er die größte Verkürzung aus, deren er fähig ist, gleichgültig, ob das Gewicht während der ganzen Kontraktion oder nur während eines Theiles derselben gehoben werden soll. In diesem ersten Theile meines Experiments sah ich das bestätigt, was Kronecker an den Fröschen beobachtet hatte.

Wenn die Energie eines Muskels durch Anstrengung abgenommen hat, fühlt er es als eine Wohlthat, wenn er entlastet wird, indem man das Gewicht unterstützt. Wer im ermüdeten Zustande mit Anstrengung, 50 Kilogr. in die Höhe

hebt, wird finden, daß noch ein Kilogramm darüber ihm zu schwer wird. Wenn er noch nicht ermüdet ist und in diesem Falle 80 oder 100 Kilogr. in die Höhe hebt, so werden ein oder zwei Kilogramm über fünfzig von ihm gar nicht bemerkt.

Wir werden Gelegenheit finden, diese Thatsache genauer zu untersuchen; für jetzt können wir nach dem, was ich mittheilte, die Bewegungen mit den Empfindungen vergleichen. Wir sehen hierbei sich das wiederholen, was wir Alle wohl schon in einem Concert erfahren haben, wo wir es nicht merken, ob es 35 oder 40 Violinen sind, die gespielt werden. Treten wir in einen prächtig erleuchteten Saal, so bemerken wir nicht, ob 90 oder 100 Flammen brennen, sind indessen nicht mehr als zwei angezündet, oder werden nur zwei Violinen gespielt, so entgeht es uns nicht, wenn die eine derselben schweigt oder die eine Flamme ausgelöscht wird. Wir erkennen hieraus eines der ersten Gesetze der Ermüdung und der Empfindungen, nämlich, daß ihre Intensität nicht in einfachem Verhältniß steht zu der äußern Ursache, durch die sie hervorgerufen werden.

II.

Wenn wir die Vorgänge bei der Ermüdung untersuchen, so fordern zwei Reihen von Erscheinungen unsere Aufmerksamkeit heraus. Die erste bezieht sich auf die Verringerung der Muskelkraft. Die zweite betrifft die Ermüdung als innerliche Empfindung. Wir haben demnach eine physische Thatsache, die wir messen und vergleichen können, und ein psychisches Moment, welches sich allen Messungen und Vergleichungen entzieht. Mit dem Gefühle der Ermüdung geht es wie mit allen Erregungen, die auf unsere Nerven wirken, nämlich, daß wir sie erst in dem Augenblicke zu empfinden anfangen, wenn sie eine gewisse Stärke erreicht haben.

Das Licht, der Ton, der Geruch, alle müssen erst eine gewisse Stärke haben, ehe sie für uns bemerkbar werden. Außerdem wird die Empfindung von dem Augenblick an, wo sie in uns entsteht, nach und nach immer geringer, selbst wenn die äußere Ursache, durch welche sie erzeugt wurde, sich immer gleich bliebe. Delboeuf hat dieses Grundprincip sehr gut in folgenden Worten ausgedrückt: „Die Intensität der Empfindung hängt nicht allein von Intensität der erregenden Ursache ab, sondern auch von dem Grad der Empfindlichkeit, oder der Kraft, welche die in Mitleidenschaft gezogenen Organe in dem Augenblick besitzen."*)

Man möchte fast sagen, daß bei dem zweiten Eindruck die Erregung auf ein Individuum wirke, dessen Empfindlichkeit verschieden sei von dem des ersteren.

Es sind zwei physiologische Bedingungen, die uns unempfindlich gegen Ermüdung machen. Die erste ist die Gewöhnung. So merken wir z. B. nicht, daß die Luft eine bedeutende Veränderung erleidet, wenn wir uns in einem Saale befinden, in welchem viele Personen versammelt sind.

Die zweite ist die Abnahme der Erregbarkeit, welche mit der Zunahme der Ermüdung fortwährend wächst. Das Auge, welches eine Flamme fixirt, fühlt im Anfang den Reiz des Lichtes in seiner ganzen Stärke; dann nimmt seine Erregbarkeit schnell ab; und wenn diese erste Periode der Ermüdung vorüber ist, verringert sich allmählich die noch zurückbleibende Empfindlichkeit.

Die Ermüdung der Augen nimmt also einen Verlauf, demjenigen vergleichbar, durch welchen die Muskelkraft sich erschöpft. Die Schwierigkeit besteht darin, Gesetze aufzustellen für diese Phänomene, die wahrscheinlicher Weise ihrer Natur nach dieselben sind, ob sie nun im Gehirne oder in den Muskeln stattfinden.

*) J. Delboeuf, Eléments de Psycophysique, pag. 41. Paris 1883.

Ich werde die Beobachtungen, die ich im Stande war, über diesen Gegenstand zu sammeln, in möglichster Vollständigkeit hier geordnet anführen und der Kürze halber den Namen „Gesetz der Erschöpfung" allen jenen komplicirten, oft wohl unvollkommen definirten Normen geben, nach welchen, wie wir sehen werden, die Empfindlichkeit und die Bewegungsfähigkeit bei Zunahme der Ermüdung abnehmen.

Ein Postbeamter erzählte mir, daß er Morgens sehr wohl zu unterscheiden vermöge, ob ein Brief ein halbes Gramm mehr als fünfzehn wiege; daß er dagegen Abends, wenn er müde sei, diesen Unterschied im Gewichte nicht mehr mit Sicherheit wahrnehme. Und ich konnte mich von der Wahrheit seiner Aussage überzeugen.

Wir werden im Weitern Gelegenheit finden, andere Beispiele anzuführen, die beweisen, daß die Ermüdung in den meisten Fällen die Empfindlichkeit schwächt. Diese Andeutung mag für jetzt genügen, damit wir verstehen, daß, was beim ersten Anblick als eine Unvollkommenheit unseres Körpers erscheinen möchte, sich im Gegentheil als eine seiner merkwürdigsten Vollkommenheiten ausweist. Daß die Müdigkeit in schnellerem Maße zunimmt, als die Größe der Arbeit, die wir vollbringen, das hütet unsern Körper vor dem Schaden, den eine geringere Sensibilität dem Organismus zufügen würde.

Delboeuf hat geäußert:*) „Das Gesetz der Erschöpfung scheint uns dem Experiment unzugänglich zu sein." Sicher ist, daß die Formel für die Beziehungen, in welchen die Ermüdung zur Arbeit steht, sich höchst verwickelt darstellt wegen der Menge von Faktoren, die dabei in Betracht kommen, und der verschiedenen Weise, in der sie in den Gang der Erscheinungen eingreifen können; wir dürfen aber andererseits nicht zweifeln, daß ein mit exakten Methoden durch-

*) A. a. O. Seite 92.

geführtes Studium und eine Untersuchung dieses Problems nach seinen vielfachen Gesichtspunkten zu einer Feststellung der Beziehungen führen wird, die das Gesetz der Erschöpfung darstellen.

Dies Gesetz läßt sich indessen nicht von dem Studium der Erholung trennen. Während die Arbeit den Organismus konsumirt, ist das Leben in fürsorglicher Weise bemüht, die Kräfte wieder zu ersetzen. Schon Matteucci hatte angeführt, daß ein Nerv um so schneller seine Erregbarkeit wiedererlangt, je größer dieselbe von vornherein war. Es wäre hierin also ein unausweichliches Verhängniß für den Schwachen zu erblicken.

Wenn der Arbeiter noch länger bei der Arbeit beharrt, nachdem er schon ermüdet ist, so bringt er nicht nur eine minderwerthige mechanische Wirkung hervor, sondern erleidet dadurch auch einen größern Schaden an seinem Organismus.

Die Ruhepausen zwischen einer Anstrengung und der nächstfolgenden müssen verlängert werden, sobald wir müde sind, weil sich im Zustande der Ermüdung die Kräfte weniger schnell wieder ersetzen, indem durch die Ermüdung die Erregbarkeit des Nerven und des Muskels geringer geworden ist.

Der nervöse Reiz, welcher zunächst eine Verkürzung des Muskels bis zu etwa einem Drittel seiner Länge hervorruft, bringt, wenn wir ermüdet sind, nicht mehr dieselbe Wirkung hervor, und wir werden diese Schwierigkeit trotz der gesteigerten Nervenanstrengung alsbald gewahr an der Art, wie wir die Füße am Ende eines langen Marsches nachschleppen, von dem wir ermüdet nach Hause kommen.

III.

Die Kinder der armen Volksklassen sterben in größerer Anzahl als die der wohlhabenden Stände; oder, wenn sie am

Leben bleiben, so gedeihen sie weniger gut, entweder weil die Nahrung, die sie bekommen, ungenügend ist, oder weil die Ermüdung, welche ihre Mütter während der Schwangerschaft erlitten, einen Einfluß auf ihre Entwickelung hatte.

Nach den berühmten Untersuchungen Quetelet's über das Wachsthum der Kinder, haben mehrere Physiologen wichtige Regeln für die Entwickelung des Organismus aufgedeckt. Ich will unter diesen die grundlegenden Arbeiten von Pagliani, Bowditch und Key anführen. Prof. Pagliani*) nahm in der Stadt Turin eine Reihe anthropologischer Messungen vor, wobei er das Gewicht, die Körperlänge, die Weite des Brustkorbes, die vitale Kapacität und die Muskelstärke der armen Kinder mit denen der reichen verglich.

Die Zunahme unseres Körpers ist nicht immer gleichmäßig, und es giebt Jahre, beispielsweise wie die zwischen 10 und 15, wo sich die schädigende Wirkung ungenügender Ernährung mehr geltend macht. Aus den Studien Prof. Pagliani's ergab sich, daß die armen Kinder leichter wiegen; die Differenz beträgt durchschnittlich drei Kilogramm für das Alter von sechszehn bis neunzehn Jahren. Beim Vergleich der Körperlänge fand er die Wohlgenährten größer als die Armen. So groß ist der Unterschied, daß ein Armer von siebzehn Jahren so groß ist wie ein Reicher von vierzehn Jahren; und mit neunzehn Jahren hat der Arme die Größe eines fünfzehnjährigen Reichen. In diesem Alter, welches die Grenze ist, bis zu welchem Professor Pagliani seine Studien ausdehnte, waren die Armen um 12 Centimeter kleiner als die Reichen.

Aehnliche Verschiedenheiten ergaben sich in der „vitalen Kapacität", d. i. in der Luftmenge, die wir der Lunge zuführen. Die vitale Kapacität eines Reichen im Alter von

---

*) L. Pagliani, Ueber einige Faktoren der menschlichen Entwickelung. Turin 1876.

neunzehn Jahren beträgt achthundert Kubikcentimeter mehr als die eines gleichalterigen Armen.

Der Verfall, den die Erschöpfung der Kraft durch äußerste Ermüdung im Menschen anrichtet, tritt greifbar in der Entartung des Volksstamms in einigen Landstrichen Italiens zu Tage. In der Provinz Caltanissetta wurden beispielsweise in den vier Jahren 1881 bis 1884 von 3672 Arbeitern aus den dortigen Schwefelgruben, die sich zur Aushebung gestellt hatten, nur 203 für diensttauglich erklärt, 1634 wurden sogleich entlassen, 1835 zu abermaliger Untersuchung bei spätern Aushebungen zurückgeschrieben. Die Gründe der sofortigen Entlassung waren: 1249 wegen mangelnder Körpergröße, 69 wegen mangelnder Brustweite, 64 wegen Schwächlichkeit, 25 wegen schlechter Beschaffenheit des Brustkorbes, 43 weil sie Brüche hatten, 48 wegen Höckers, 20 wegen anderer Verkrüppelungen, 7 wegen übermäßiger Geschwulst in den Samengefäßen der Hoden, 18 wegen Malaria-Kachexie, 18 wegen Blindheit und 73 aus verschiedenen anderen Ursachen*).

Es handelt sich hier um eine Provinz unter dem herrlichen Himmel Italiens mit äußerst fruchtbarem Boden, die dem Vaterlande viele große Geister geschenkt hat, wo jedoch von 3672 zwanzigjährigen Jünglingen nur 203 sich als waffenfähig erwiesen. Wen überkäme beim Lesen dieser Zahlen nicht tiefer Schmerz und Trostlosigkeit, wenn er an das Vaterland denkt?

In den übrigen Provinzen Siciliens konnten in dem nämlichen Zeitraume 12% wegen Körpergebrechen nicht eingestellt werden. Von 3672, die ausgehoben wurden, mußten

---

*) Rivista del servizio minerario. Annalen des Landwirthschafts-Ministeriums, 1885. — Vittorio Savorini, Die ökonomische und moralische Lage der Arbeiter in den Schwefelgruben und der Landbewohner in der Provinz Girgenti. Girgenti, Druckerei von S. Montes, 1881.

demnach etwa 440 wegen mangelnder Körpergröße entlassen werden; in Caltanissetta hingegen waren es 1249, d. i. etwa dreimal soviel.

Als ich das erste Mal nach Sicilien ging, geschah es im Auftrage der Regierung, die mich als Militärarzt mit dem Geschäfte der Aushebung im Innern der Insel betraut hatte. Ich erinnere mich noch, als wäre es heute, der kleinen Kirche, wo sich neben dem Altare die Gemeindevorsteher und der Lieutenant der Gendarmerie aufgestellt hatten, und hinter der Barriere das lärmende Volk. Hinter dem Hauptaltare, im Chor, nahm ich die Untersuchung der Rekruten vor und um mich herum standen reihenweise nackte, schwarze, magere Jungen, zwischen denen einige wohlgenährte, fleischige, weiße Männer hervorleuchteten, die von einer andern Rasse zu sein schienen. Es waren dies die Reichen zwischen den Armen. Zuweilen passirten vor uns her die Rekruten von ganzen Gemeinden, unter denen nicht ein einziger Jüngling zu finden war, der waffenfähig gewesen wäre; so hatten Mühsal und Entbehrungen die Bevölkerung verkrüppelt und geschwächt.

Die Gemeindevorsteher fühlten sich durch eine so große Entartung niedergedrückt. Sie erklärten mir, es seien dies carusi, Arbeiter, die von Kindheit an mit Schwefeltragen beschäftigt wären.

Noch lange Zeit nachher, als ich längst jene Kirche verlassen hatte, fühlte ich eine Bitterkeit im Herzen. Der herrlich klare Himmel, die golden glänzende Sonne, die eine Tropenvegetation zeitigt, die Orangenhaine, die Weinberge, die mit Blumen überdeckten riesenhaften Oleanderbäume: alles rief mir zu, daß die Natur nicht die Schuld an jener furchtbaren Ungleichheit der Menschen trage, die nicht allein den Magen, sondern auch die Muskeln und das Knochengerüst, ja selbst das heilige Recht, das ein Jeder an das Leben hat, schädigt. Ich mußte daran denken, daß Sicilien

zur Zeit der römischen Republik die Getreidekammer Italiens gewesen war.

Freilich ist der Ruf der Fruchtbarkeit, den jene Insel hatte, in trauriger Weise mit der Erinnerung an die unseligen Sklavenkriege des Alterthums verknüpft. Und mir kamen all der Jammer, all die Leiden in den Sinn, die sich hatten anhäufen müssen, um eine Rebellion zum Ausbruch zu bringen, an welcher sich siebzigtausend waffenfähige Sklaven betheiligt hatten: in Sicilien gewann der Bürgerkrieg eine derartige Ausdehnung, daß vier Prätoren und ein Konsul, die von Rom aus dorthin geschickt waren, vernichtet wurden; drei Jahre waren dazu nöthig, diese Empörung in Blut zu ersticken. Sicilien gab das erste Beispiel eines Krieges, der, vor mehr als zweitausend Jahren von den Sklaven begonnen, auch jetzt noch, freilich in anderer Form und unter andern Bedingungen, den Frieden der europäischen Länder zu stören droht.

Ich schreibe diese Worte mit einem Gefühle des Mitleids, wie sie mir von schmerzlicher Erinnerung eingegeben werden, und bin sicher, daß keiner jener unglücklichen Leidensträger sie jemals lesen wird.

Sicilien ist kein armes Land. Die Provinz Caltanissetta, die ich neben der von Messina am besten kenne, hat ein vorzügliches, gemäßigtes Klima. Es läßt sich kein Vergleich zwischen der Fruchtbarkeit dieser Insel und der anderer Gegenden, wie ich sie in vielen Landschaften Deutschlands und Englands angetroffen habe, anstellen, in solchem Maße ist unsere Bevölkerung von der Natur bevorzugt. Und trotzdem lebt sie in Elend. Bei uns mangelt eine vernünftige Kultur, weil die Landstrecken im Besitz weniger Herren sind, die keine praktischen und auch keine wissenschaftlichen Kenntnisse haben, um den Boden ergiebig zu machen. Ihnen fehlt auch das zur Aufbesserung der Güter nothwendige Geld.

Und hätten sie auch die Mittel dazu, so würde der Mangel an Bildung sie doch gleichgültig gegen jeden Fortschritt machen. Ich habe diese Dinge mit eigenen Augen gesehen; aber damit es nicht scheine, daß ich übertreibe, werde ich einige Bruchstücke aus dem großen, von der Regierung veröffentlichten Bericht über die Lage der ackerbautreibenden Klasse hier anführen.*)

„Elf Procent des Gebietes liegen unbebaut. Wein und Oel haben einen unangenehmen Geschmack, weil sie mit primitiven Mitteln zubereitet werden. Die Hausthiere stammen aus einer entarteten Rasse, die durch übermäßige Arbeit, zu welcher sie zu jung bei ungenügender Ernährung herangezogen wurden, fehlerhaft geworden ist. Es giebt dort große Besitzthümer, „Ex-feudi“ genannt, weil man ihren Ursprung vom alten Lehensbesitz herleitet, die bis zu tausend Hektaren Ausdehnung haben. Diesen Besitzthümern sind Abgaben von 32 bis 50% des Reinertrages auferlegt. Die Bevölkerung besteht zum größten Theile aus Arbeitern, die in Städten und Dörfern zusammengedrängt leben und täglich meilenweit bis zum Gutsbezirk, wo sie arbeiten, wandern müssen.

„Der tägliche Arbeitslohn für einen Erwachsenen beträgt eine, höchstens zwei Lire, womit er Nahrung, Wohnung und die Bedürfnisse seiner Familie bestreiten muß; oft findet er aber nicht einmal Arbeit für solchen Lohn. Kost und Wohnung dieser armen Landbewohner sind höchst erbärmlich. Ein Zimmerraum im Erdgeschoß geht direkt in den Stall oder dient auch selbst als Stall, und die ganze Familie lebt mit dem Vieh zusammen in diesen schmutzigen Lehmhütten.

„Der Bauer ist von Natur genügsam, fleißig, begabt, geduldig, fromm, aber unwissend.“

Weiter sagt die „Inchiesta agraria“: Keine oder fast keine

---

*) Atti della Giunta per la inchiesta agraria. Vol. XIII, Tom. II, fasc. IV, pag. 3.

Fortschritte sind seit der nationalen Erhebung im Ackerbau gemacht und Nichts ist von Seiten der Regierung dafür gethan worden, denselben zu fördern." Das ist ein trauriges, schmerzliches Geständniß, denn die Erde zu bearbeiten ist der Menschennatur am angemessensten, die Feldarbeit bereichert das Land und übt einen veredelnden, sittlichenden Einfluß auf die Bevölkerung aus.

IV.

Nicht beim Bebauen des Landes wird die Arbeitskraft erschöpft und abgenutzt, sondern in den Schwefelgruben. Pasquale Villari, der berühmte Geschichtsschreiber, Verfasser der „Storia di Girolamo Savonarola" und der „Storia di Nicolò Machiavelli" hat schon vor längerer Zeit ein Buch über die sociale Frage Unteritaliens geschrieben.*)

„Das Menschengeschöpf", sagt er, „ist dort einer Arbeit unterworfen, die, würde sie täglich beschrieben, mit jedem Tag grausamer und fast unmöglich erscheinen würde. Hunderte und aber Hunderte von Knaben und Mädchen steigen auf steilen Böschungen oder beschwerlichen Treppen, die in bröckeligen, oft nassen Boden gegraben sind, nieder. Unten in der Grube angekommen, werden sie mit Erz beladen, das sie auf dem Rücken hinauftragen müssen, in Gefahr auszugleiten und von diesem steilen, unsichern Terrain hinabzustürzen und das Leben einzubüßen. Allen ist es bekannt und tausendmal wiederholt worden, daß diese Arbeit unbeschreibliches Unheil unter ihnen anrichtet. Viele kommen dabei um, noch mehr bleiben lebenslang dadurch gelähmt, verkrüppelt und krank. Dies ist eine erschreckliche Thatsache."

*) P. Villari, Lettere meridionali. 1878, pag. 21.

Es war im Jahre 1875, als Villari dies schrieb. Fünf Jahre später wollte die Regierung ein Gesetz über Kinder- und Frauenarbeit erlassen. Man lud die Präfekten, Behörden, Bergingenieure, die Gesellschaften für gegenseitige Unterstützung, die Industriellen ein, ihr Gutachten und eine Beschreibung der Lage der Industrien abzugeben. Aus dem Band, den das Ministerium für Ackerbau und Handel*) herausgab, hebe ich hier einige Bruchstücke heraus, damit der Leser aus officiellen Angaben die Sachlage kennen lerne.

Die Provinzial-Deputation von Caltanissetta schickte der Regierung folgenden Bericht: „Die Deputation hat konstatirt, daß in zahlreichen Schwefelgruben dieses Gebiets Kinder selbst unter elf Jahren in Arbeit stehen. Es kommt in Betracht, daß die tägliche Arbeit, welche dieselben unter der Aufsicht von sogenannten Gedingehäuern (Erzgräbern, die nach der Masse des geförderten Erzes bezahlt werden) errichten, die Kräfte derselben übersteigt.

„Ferner, daß die von ihnen ertragenen Anstrengungen nicht allein ihre natürliche Entwickelung aufhalten, sondern selbst dazu beitragen, ihre organische Körperbeschaffenheit zu beeinträchtigen, und somit auf ein zur Arbeit untaugliches Geschlecht hervorzubringen; daß aber, wenn sofort die Kinderarbeit verboten würde, nach der Veröffentlichung des Gesetzes viele von diesen Gruben geschlossen werden müßten. Dieselben werden nämlich von ihren Besitzern mit so geringen Geldmitteln in Betrieb erhalten, daß man durch Maschinen die Handarbeit nicht ersetzen könnte, gerade weil die Gruben eine dem aufzubringenden Kapitale entsprechende Ausbeute nicht liefern, andererseits aber der Tagelohn für Erwachsene mehr kosten würde als der Ertrag, der sich erzielen läßt."

*) Annalen der Industrie und des Handels 1880, Nr. 15. Ueber die Arbeit der Knaben und Frauen. Rom, 1880, S. 698.

Der Bericht endigt mit dem Vorschlage, Uebergangsmaßregeln zu ergreifen und nach und nach die Sache umzuändern: Uebergangsmaßregeln, welche Aehnlichkeit mit dem berühmten Grundsatz der Manchesterschule haben: laisser faire, laisser passer.

Aber der Ausschuß für Gesundheitspflege lehnte sich im Weitern gegen das Unwürdige dieser Marter auf und Dr. Lombardo schrieb eine Abhandlung, die von seinen Amtsgenossen gutgeheißen wurde, und welche uns die Schande dieses Handels vor Augen bringt und uns schamroth macht, daß in Italien noch derartige unmenschliche Grausamkeiten vorkommen können. „Allein in unserer Provinz haben wir mindestens fünftausend Kinder, die bei der Förderung des Schwefels in den Schwefelgruben in Arbeit stehen.

„Ich weiß, daß in einer einzigen Schwefelgrube im Gebiet von Caltanissetta dreihundert Kinder arbeiten. Die Mittel, welche die Gedingehäuer anwenden, diese Kinder zum beschleunigten Transporte des Erzes anzutreiben, bestehen zunächst in grausamem Zwicken, wovon im Fleisch blutunterlaufene Male noch tagelang hinterdrein sichtbar bleiben, und dann, wenn dies nicht ausreicht, brennen sie oder lassen durch ihre Gehülfen mit angezündeten Grubenlichtern die Kniekehlen und elenden Waden der armen Kinder brennen, bis Brandwunden und Grind auf der Haut entstehen. Mehrere Male bin ich von den Richtern aufgefordert worden, über die Natur und Ursache derartiger Verletzungen Bericht zu erstatten. Ich kann dies bezeugen."

Immerhin haben diese Behandlungsweisen, wie roh sie auch sind, keine dauernden Folgen und gehen unbeachtet vorüber. Das, was wirklich beklagenswerth ist und das Loos dieser armen, in den Gruben beschäftigten Kinder zu einem unseligen macht, ist der Umstand, daß man ein Gewicht auf ihre Schultern lädt, unverhältnißmäßig groß sowohl in An-

betracht ihrer Kräfte als ihres Alters. Ihr zartes Knochengerüst widersteht nicht der schweren Last, die Knochen biegen sich und werden krumm, so daß die armen Geschöpfe lebenslang Krüppel bleiben. Die Knochen, welche am leichtesten aus ihrer Lage kommen, und ihre normale Gestalt verändern, sind die Schulterknochen, die Schlüsselbeine und die Wirbelsäule. Meistens bleibt eine Schulter niedriger als die andere; einige haben den Höcker vorn auf der Brust, andere hinten auf dem Rücken; alle bleiben mehr oder weniger von einem verdorbenen Brustkorb nicht verschont. Deshalb beschränkt sich der Schaden nicht auf die äußere Verkrüppelung und die Knochenrichtung: die in der Brusthöhle befindlichen Eingeweide, vornehmlich die Organe der Athmung und Cirkulation werden zusammengedrückt, mehr oder weniger aus ihrer Lage gedrängt und in ihren Funktionen und ihrer Entwickelung behindert."

Es folgt nun die Entscheidung: „Das Consilium findet vorliegenden Bericht der Wahrheit und dem Rechte entsprechend. Veranlaßt von Gefühlen der Menschlichkeit für die armen, geopferten Kinder, welche noch vor ihrer natürlichen Entwickelung zu Sklaven werden, — spricht dasselbe einstimmig die Ansicht aus, den fraglichen Vorschlag zu genehmigen und schließt sich dem Antrage an, welcher jüngst von dem Herrn Präfekten im Provinzial-Consilium mitgetheilt wurde, wonach für die Summe von 80000 Lire eine Anstalt zur Aufnahme genannter Kinder errichtet werden soll, welche nach dem jetzt in diesen Provinzen zu Kraft bestehenden System vom siebenten Jahre vollständig sich selbst überlassen sind und gewöhnlich von den Erzgräbern angeworben werden, um sie Anstrengungen auszusetzen, die ihrer natürlichen Entwickelung schädlich sind."

Es folgen dann andere Auseinandersetzungen, die Abschen erregen durch die Erzählung von Dingen, vor denen die

Vernunft und das Herz zurückschrecken. Indem ich diese Thatsachen überlese, frage ich mich, ob wir nicht erröthen müssen, weil wir unthätig bleiben gegenüber einem Schauspiel derartiger grausamer Sklaverei.

Vielleicht denken Manche, die sich aus ihrer behaglichen Ruhe nicht gern aufschrecken lassen, daß jetzt ein Gesetz existirt, nach welchem „Kinder, die das 11. Lebensjahr noch nicht überschritten haben, zu Arbeiten unter der Erde und andern gesundheitsschädlichen Beschäftigungen nicht benutzt werden dürfen, und daß für Kinder von 9 bis 11 Jahren der Arbeitstag nicht länger als acht Stunden betragen darf, sowie daß sie ohne Ruhepause nicht länger als sechs Stunden beschäftigt werden dürfen."

Unser Gesetz genügt nicht; hätte man doch wenigstens jenes englische Gesetz vom Jahre 1878 zum Muster genommen, das bei weitem physiologischer ist, als das unsere. Die Folge wird sein, daß die Herren die Last, die sie den Schultern der armen Kinder aufbürden, vergrößern, daß sie die armen Beine noch mehr zur Eile antreiben. Ein jeder Gedingehäuer wird ebenso wie vorher mit drei oder vier Kindern weiterarbeiten, wird sie ebenso grausam in den unterirdischen Gängen herum und die Treppen hinauf jagen bis zu völliger Erschöpfung ihrer Kräfte, und dieselben Uebelstände werden weiterbestehen.

Und vielleicht erleben wir es nicht einmal mehr, während doch die Anzahl der Thierschutzvereine und ihre Wirksamkeit mehr und mehr zunimmt, daß diese unglücklichen Kinder weniger unterjocht, weniger verstümmelt, weniger entnervt werden durch vorzeitige Ueberbürdung. Die Mehrzahl dieser Findlinge geht zu Grunde; diejenigen, welche am Leben bleiben und sich durchschlagen, werden bös und grausam, ein Menschlichkeitsgefühl kann in dem Galeerenzwang, zu welchem diese Jünglinge verdammt sind, nicht aufkommen; sie sind es,

die wegen des Hungers andere arme carusi verfolgen werden. Und für solche Ungerechtigkeit wird kein Rächer erstehen, und andere Opfer werden noch fernerhin bestimmt sein, unter der Arbeitslast zusammenzubrechen, gequält, zu Grunde gerichtet durch Unbarmherzigkeit. Für diese Unschuldigen ist das Leben schlimmer als Sklaverei.

V.

Wenden wir uns zurück zu der Geschichte der letzten Jahrhunderte, so sehen wir, daß alle Völker von einer beständigen Unruhe beherrscht werden, die sie antreibt, die Arbeit des Gehirnes und der Arme mehr anzuspannen.

Die moderne Gesellschaft hastet mit immer größerer Eile vorwärts, und sucht mit immer mehr dem Zweck entsprechenden Werkzeugen die Muskel- und Geistesarbeit zu vervielfältigen und fruchtbarer zu machen. Die erstaunliche Ausdehnung der Industriezweige, die Schnelligkeit der Maschinen überwältigen uns, und die Hast wird uns immer weiter vorwärts treiben, sie wird bis aufs äußerste anwachsen, bis wir endlich dahin kommen, wo das Gesetz der Erschöpfung der Gier nach Gewinn eine unübersteigliche Schranke entgegensetzen wird.

Mit den Maschinen ist es ebenso gegangen wie mit der Schrift. Anfangs verfertigte man die Bücher, um dem Gedächtniß zu Hülfe zu kommen, und man glaubte, es sei damit eine große Erfindung gemacht, weil die Legenden, die Gesänge, die Geschichte nicht mehr durch das Gedächtniß und das lebendige Wort vom Vater auf den Sohn sich fortzupflanzen brauchten. Aber die Schrift und das Buch sind, anstatt dem Gedächtniß Zeit zum Ausruhen zu verschaffen, nach und nach selbst zu einer der größten Anstrengungen für

den Geist geworden, ja fast zu einer Qual für das Gehirn, weil das Buch gleichzeitig Zweck und Mittel für die geistige Ermüdung ist.

Die Basreliefs aus Theben zeigen uns, daß in einem Zeitraume von dreitausend Jahren das Leben des Arbeiters wenig anders geworden ist; die Werkzeuge, welche die Aegypter zur Zeit der Pharaonen benutzten, die Hämmer, Aexte, Sägen, Webstühle sind wenig verschieden von denen, die im Anfang unseres Jahrhunderts noch in Gebrauch waren.

Und jetzt ist alles so verändert, daß ein Vergleich fast unmöglich wird. Die Anwendung des Dampfes eröffnete eine neue Epoche in der Geschichte der Menschheit. Die Mechanik, die Mathematik und vor allem die Chemie schufen die moderne Industrie und gaben dem Fabrikbetrieb einen solchen Aufschwung, daß dadurch neue Bedingungen für die civilisirte Welt geschaffen wurden. Der im Hause, im Kreise seiner Familie arbeitende Handwerker, der seine Kinder erzieht und am Sonntag ausruht, wird allmählich verschwinden; den ehrbaren Müttern, den züchtigen Mädchen, dem Familienfrieden eröffnet sich eine dunkle Zukunft; sicherlich wird sie weniger ruhig und reicher an schweren Anstrengungen sein. Der selbstständige Arbeiter wird in seinen vier Wänden nicht länger durch die Arbeit seiner Hände mit den titanenhaften Leistungen der Maschinen in Wettbewerb treten können. Noch einige Zeit wird er widerstehen, wenn er seine Anstrengungen verdoppelt und sich mit geringerem Verdienst begnügt, aber er wird später verschwinden müssen.

In den Fabriken, den Werkstätten wirken die Maschinen immer mächtiger, die Hülfsglieder der verschiedenen Maschinenkomplexe nehmen immer größere Dimensionen an, es wächst die Schnelligkeit ihrer Bewegung und ihre Leistungsfähigkeit; und wie weit sie auch bereits die Grenzen, die man anfangs

ihnen einräumen zu müssen glaubte, überschritten haben, ihre Macht nimmt noch fortwährend zu.

Die schwersten Schmiedehämmer, die im Anfang dieses Jahrhunderts angewendet wurden, sind dieselben, die wir noch heute in den gewöhnlichen Schmieden auf den Ambos niederfallen sehen; deren an einem langen Stiel befestigter Kolben ungefähr zehn Kilogramm wiegt. Nur in wenigen Schmiedewerkstätten waren Kolben von 5000 Kilogr. Gewicht in Gebrauch, die durch Wasserkraft getrieben wurden. In den Werkstätten zu Terni wiegt jetzt ein Hammer hunderttausend Kilogramm und jeder seiner Schläge entspricht der Stärke von zehntausend Männern; er fällt aus einer Höhe von fünf Meter, der Hammer des Schmiedes nur aus der Höhe von einundeinhalb Meter; jener vollbringt mit jedem Schlage die Arbeitsmenge von 500000 Kilogrammmeter. Würde ein Mann den ganzen Tag damit beschäftigt, ein Gewicht zu heben, so würde er mit beiden Händen 73000 Kilogrammmeter leisten können. Der Hammer von Terni bringt demnach mit einem einzigen Schlage mehr Arbeit fertig, als sechs Arbeiter in einem Tage produciren würden. Aber der durch Dampf in Bewegung gesetzte Hammer übertrifft auch an Schnelligkeit jenen von Menschenarmen geführten, weil er bis zu 100 Schläge in der Minute ausführen kann; und wenn wir bedenken, daß derselbe nicht ermüdet und auch Nachts arbeitet, gefühllos gegen alles, so lange die Kohlenmenge vorhält, die ihn speist, so staunen wir über die Gewalt einer solchen Maschine.

Nicht allein was Stärke und Geschwindigkeit betrifft, sondern auch in der für feinere Arbeit nöthigen Gewandtheit sind große Fortschritte im Maschinenbau gemacht worden. Ein Mann kann mit der Maschine in einem Tage so viele Strümpfe verfertigen als die geschickteste Strickerin im Laufe eines Monats; und die Nähmaschinen machen 1200 bis 1500 Stiche

in der Minute, während eine geübte Näherin nur 50 ausführen kann.

Es ist ein geradezu überwältigender Eindruck, den man bei dem erstmaligen Besuche einer großen Fabrik empfängt. Von weitem gesehen, lassen die gleichförmigen Gebäude und die ungeheuren, in die Luft ragenden Schlote nicht vermuthen, welches rege Leben sich hinter jenen rauchgeschwärzten Mauern verbirgt. Kaum treten wir ein, so überrascht uns der hier entwickelte unmäßige Kraftaufwand. Die durch den Dampf aufleuchtenden Feuerstellen, die riesenhaften Arme der arbeitenden Ziehstangen, der schwindelerregende Lauf der Schwungräder, die Uebertragung der Kraft, durch unzählige Achsen, Riemen und Drahtseile; die schwirrenden Cylinder und Räder, der wüste Lärm, den das Getriebe verursacht, jene phantastischen Maschinenskelette, die lebend zu sein scheinen und ihre Gelenke gehorsam dem Befehle des Menschen bewegen oder auf seinen Wink still stehen; alles das erfüllt uns mit Bewunderung für die moderne Industrie.

Man begreift indessen sofort, daß jene Maschinen keine Erleichterung für den Menschen mit sich bringen, wie es die Dichter erträumt hatten. Die rollenden Räder, die schnellfliegenden Hämmer und die Hast, mit der alles vor sich geht, machen uns klar, daß die Zeit als ein mächtiger Faktor in das Getriebe der Industrie eingreift, und daß hier durch die Thätigkeit der Arbeiter die Naturkräfte unterjocht werden müssen. Und vor diesen knirschenden, knarrenden Maschinen sehen wir halbnackte, schweißtriefende Gestalten, die eilig ungeheuren Gewichten nachgehen, die, wie von unsichtbarer Hand in die Höhe gehoben, sich im Kreise drehen. Das Pfeifen der Dampfhähne, das Knarren der umhereilenden Karren, die beweglichen Gelenke der Maschinen, die Art, mit welcher jene gigantischen Automaten pusten; alles bringt uns zum Bewußtsein, daß sie unerbittlich in ihrem Gang fortfahren,

daß der Mensch verurtheilt ist, mit ihnen Schritt zu halten, daß kein Ausruhen mehr für ihn möglich ist, weil jede Minute der Erholung eine Verschwendung von Zeit bedeutet, die Geld werth ist, und weil dadurch die Kraft und Arbeit jener Kolosse werthlos gemacht wird. Jede Zerstreuung, jede Unachtsamkeit kann die Arbeiter in das Rädergetriebe, zwischen die Zahnräder, die sie zermalmen würden, hineinziehen und die Phantasie verweilt grausend bei den Verstümmelungen, den Morden, die durch die kleinste Unachtsamkeit, durch die geringste Zögerung dessen, der sie führte, von jenen Ungeheuern herbeigeführt worden sind.

VI.

Die Maschine kennt keinen andern Hemmschuh für ihre Geschwindigkeit als die Schwäche des Menschen, der sie bedienen muß. Die Leistungsfähigkeit der menschlichen Kraft, sagt man, steht im umgekehrten Verhältniß zu der Zeit, in welcher sie zu Tage tritt. Aber die Bücher über Volkswirthschaft enthalten nur wenige sichere Angaben über diesen Gegenstand. Selbst Marx, der ein Buch schrieb, welches ohne Zweifel das beste in der socialen Literatur ist, giebt in seinem Werk „Das Kapital" keine sicheren und unbestreitbaren Beweise von der Erschöpfung, welche die Maschinen in den Arbeitern hervorbringen. Die Statistiken der zahlreichen Untersuchungs-Kommissionen, die seit bereits mehr als vierzig Jahren von den Regierungen veröffentlicht werden, um die schädliche Wirkung darzuthun, welche die Maschinenarbeit auf die Kinder und die Frauen ausübt, sind für die Wissenschaft nicht ausreichend.*) Weitere Forschungen thun noth, von ver-

*) Unter den besten Arbeiten, die über diesen Gegenstand veröffentlicht worden sind, verdient besondere Erwähnung die von Fr. Eris-

ständnißvollen und physiologisch gebildeten Männern angestellt, ohne politische, humanitäre oder sociale Vorurtheile. Noch andere Untersuchungen müssen von Aerzten gemacht werden hinsichtlich der Daten, Maße und Werthe, die bis jetzt noch fehlen, und zwar muß dieser Gegenstand mit der größten wissenschaftlichen Bedächtigkeit und der ganzen Exaktheit studirt werden, wie sie bei einer physiologischen Untersuchung in Anwendung kommt.

Marx widmet in seinem berühmten Buche*) ein Kapitel dem Maschinenwesen und folgert, daß alle bisher gemachten Erfindungen die Anstrengungen der Menschen nicht vermindert, sondern nur den Preis der Waare herabgedrückt haben, daß durch die Maschinen im Gegentheil die Lage des Arbeiters verschlechtert worden ist, weil sie, indem die Kraft eines starken Mannes entbehrlich geworden, sich die Kinder und Frauen dienstbar gemacht haben; weil sie den Arbeitstag verlängert haben, statt ihn zu verkürzen; weil durch sie die Anstrengung schwerer statt leichter geworden ist; sodann, daß der Centralisation des Reichthums eine Zunahme der Armuth entspricht, daß sich durch den Maschinenbetrieb die Gesellschaft immer mehr von ihrem Ideale entfernt und die Wirklichkeit nicht den gehegten Hoffnungen entsprochen hat.

In der That wird sich durch die Maschine Reichthum

---

mann, Prof. der Hygiene in Moskau: Untersuchungen über die körperliche Entwickelung der Fabrikarbeiter in Central-Rußland; Einfluß der Beschäftigungsart. VII. Internationaler Kongreß für Hygiene und Demographie zu Wien. 1887. Ergänzungen zu den Heften I bis XXXIII, S. 118. — In dieser Arbeit sind ungefähr 100000 Beobachtungen an Personen beiderlei Geschlechts vom 8. bis zum 80. Jahre aufgeführt, die als Arbeiter in Fabriken beschäftigt waren. Prof. Erismann untersuchte diese 100000 Personen auf ihre Entwickelung mit Rücksicht auf Größe, Gewicht, Weite des Brustkorbes und Muskelkraft.

*) Le Capital par Karl Marx, pag. 161.

und Wohlhabenheit mehr und mehr in den Händen Weniger ansammeln und infolge dessen ein immer größerer Abstand zwischen den Menschen entstehen. Die Schwachen werden die Diener und Opfer derer werden, welche die Mittel besitzen, die Naturkräfte an Stelle der Menschenkraft in Bewegung zu setzen. Die großen mechanischen Automaten haben weder Verstand noch ein Nervensystem; Frauen und Kinder können diesen Mangel ergänzen und die blinden Riesen mit ihrer Hand leiten. Man erhob eine schwere Anklage gegen die Wissenschaft, als man sagte, daß sie, indem sie die Naturkräfte sich unterthänig macht, ein Monopol für die Maschine gründet und somit den Arbeiter zum Sklaven des Kapitals stempeln wolle. Es giebt auch Leute, welche fürchten, daß die Menschenarbeit immer mehr an Werth verliere und daß die Arbeiter nach und nach ausgeschieden und zur Ruhe gesetzt werden könnten ohne die nöthigen Subsistenzmittel; ferner daß auch der Volksgeist Einbuße erleiden würde, weil durch die Verbesserung der Maschinen die Nachfrage nach geschickten und geschulten Arbeitern immer geringer werde. Wir alle beklagen, daß die Nothwendigkeit, die Industrien und Maschinen in den Fabriken zu koncentriren, die Gemeinschaft und das frohe, freie Leben der Arbeiter zerstört und Verhältnisse heraufbeschworen hat, die ungesund und unmoralisch sind; daß die eiserne Nothwendigkeit des Maschinenbetriebes, die dazu zwingt, die Arbeiter auszunutzen, sie Tag und Nacht arbeiten zu lassen, die menschliche Natur erschöpft und verdirbt.

Daß sich die Gesellschaft jetzt in einer raschen, tiefgehenden Umwälzung befindet, deren Tragweite sich jeder Einsicht entzieht, ist gewiß. Manche glauben, daß die sociale Frage im Kommunismus seine Lösung finden könne. Wie dem auch sei, es wird sich niemals eine Einrichtung in der menschlichen Gesellschaft herstellen lassen, wo die Menschen nicht nöthig hätten, sich anzustrengen; wo diejenigen, welche mit den Armen

arbeiten, nicht einen Gegensatz bildeten zu denen, welche mit dem Geiste arbeiten.

Die Menschen sind schon von ihrer Geburt an physiologisch verschieden. Wie weit man in Legende und Geschichte zurückblicken möge, immer findet man Menschen, die, um leben zu können, sich abmühen, und solche, die, um ihren Lebensgenuß zu erhöhen, andere für sich arbeiten lassen. Selbst wenn ein Gesetz uns alle in ein und dieselbe Lage versetzte, so würde dasselbe bald übertreten werden; denn das Gesetz würde niemals die Natur zwingen können, und die Menschen würden sich sofort nach den besondern Anlagen, mit denen sie auf die Welt kommen, von einander trennen. Es ist ein Naturgesetz, daß die Schwachen den Starken gehorchen müssen, und daß die Stärkern wieder von denen geleitet werden, die fähiger und klüger sind als sie. Wer mit bessern Geistesanlagen, mit feinerer Empfindung geboren wurde, wird immer der Herrschende werden, weil Umsicht, Ausdauer, Mäßigkeit, das Talent sich anzupassen und der geweckte Geist Gaben sind, welche die Natur nicht allen ihren Söhnen zu Theil werden läßt. Und wer mit diesen Anlagen auf die Welt kommt, wird die andern Menschen sich dienstbar zu machen verstehen.

Das Aufhören der socialen Unterschiede ist unglücklicherweise ebenso sehr ein Traum, wie die Verbrüderung aller Völker. Indessen müssen wir inmitten der immer noch wachsenden Agitation, durch welche Einige sogar auf die sociale Revolution hinarbeiten, zugeben, daß überall der Wohlstand des Handwerkerstandes zugenommen hat, oder wenigstens, daß er nirgends im Abnehmen ist. Im Laufe dieses Jahrhunderts hat sich die Bevölkerung Europas verdoppelt*)

---

*) Im Jahre 1810 wurde die Bevölkerung Europas auf 180 Millionen geschätzt, im Jahre 1886 auf 347 Millionen.

und das Lebensalter der Menschen ist länger geworden. Auf allen Gebieten, auf dem der Ernährung, des Unterrichts, der Hygiene sind Fortschritte gemacht worden. Die Befürchtung des Arbeiters, es möchten ihm durch Einführung von Maschinen, die ihn ersetzen könnten, die Mittel zu seinem Unterhalt fehlen, hat sich als nichtig erwiesen. Die Nachfrage nach Arbeit ist gestiegen, anstatt abzunehmen. Und die Maschine hat einen großen Theil dessen, was früher nur den Reichen vorbehalten blieb, allgemein zugänglich gemacht. Die größeren Ansprüche, welche jetzt die Arbeiter stellen, stammen daher, daß sie jetzt ein höheres Lebensideal kennen gelernt haben und daß in Folge der größeren Civilisation Bedürfnisse für sie aufgetaucht sind, die ihnen in frühern Zeiten völlig unbekannt waren.

Durch Alles wird jetzt die Arbeit veredelt. Die wachsende Gesittung ließ den Wunsch nach Arbeit größer werden, als ein Mittel, den gesteigerten Bedürfnissen gerecht zu werden, und die Ungerechtigkeiten und Ungleichheiten des Schicksales oder Geschickes auszugleichen.

Die alte Welt hatte ihren Halt in der Sklaverei der Arbeit, und keiner der großen Denker Griechenlands und Roms hat sich ihr je widersetzt, weil die materielle Menschenarbeit auf eine Stufe mit der des Thieres gestellt und der Sklave kein Bürger, sondern nur eine Waare war.

Das Christenthum predigte zuerst die Gleichheit der Menschen und machte den Anfang mit der Gütergemeinschaft. In dem Maße als die Gesittung zunahm, fielen die Schranken zwischen den Menschen, bis zum Sturze des Adels und der Privilegien. Aber die Menschheit bleibt nicht bei ihren Fortschritten stehen, und heute mühen wir uns mit dem ernsteren und furchtbaren Problem einer radikaleren Gleichstellung ab. Dies ist die große Schwierigkeit, mit welcher alle Diejenigen sich ausschließlich beschäftigen, denen die Freiheit und die

Menschenwürde am Herzen liegen. Und es ist keine Parteifrage mehr, keine Agitation, die sich mit Umsturzabsichten trägt; es ist eine tiefe Ueberzeugung, ein heiliges moralisches Gefühl, welches uns antreibt, über die Mittel nachzusinnen, wie das Eigenthum, ohne dem Einzelnen Gewalt anzuthun, ohne daß Blut dabei vergossen wird, getheilt werden könne, damit derjenige, welcher die Arbeit austheilt, sie nach Gesetzen der Menschlichkeit austheile, und der, welcher sie annimmt, nicht zum Sklaven werde, damit das menschliche Geschlecht nicht unter dem Wucher der Anstrengung ausarte.

Achtes Kapitel.

Die Aufmerksamkeit und ihre physischen Bedingungen.

I.

Charles Darwin*) betrachtete die Aufmerksamkeit als die wichtigste aller Kräfte, die menschliche Vernunft zur Entwickelung zu bringen. Er erzählt, daß ein Mann in London von der dortigen Zoologischen Gesellschaft Affen ankaufte, von denen jeder fünf Pfd. Sterling kostete. Dieser Mann machte ein Geschäft daraus, die Thiere so zu erziehen, daß sie Kunststücke lernten; er zahlte wohl auch den doppelten Preis, wenn man ihm mehrere Exemplare für einige Tage überließ, damit er sich eines davon auswählen konnte. Befragt, wie es ihm möglich sei, in so kurzer Zeit die Gewißheit zu erlangen, ob ein Affe ein guter Schauspieler zu werden vermöge, antwortete er, es hänge dies von der größeren oder geringeren Aufmerksamkeit ab, welche die Affen dem zuwendeten, was er in ihrer Gegenwart vornehme. Wenn sich der Affe, während er ihm etwas lehre oder ihm ein Kunststück erkläre, leicht zerstreuen lasse, z. B. von einer Fliege oder durch einen sonstigen geringfügigen Umstand, so wäre keine Hoffnung vorhanden, ihn abzurichten.

---

*) Ch. Darwin, The descent of Man. Vol. I, pag. 44.

Dies ist ein Beweis, daß selbst die Thiere schon von Geburt an verschieden sind, was ihre Geistesanlagen betrifft. In einem Werke von Romanes*) wurde ein Tagebuch veröffentlicht, dessen Tag für Tag eingezeichnete Notizen Beobachtungen enthalten, die an einem Affen des Londoner Zoologischen Gartens gemacht worden sind, sowohl bezüglich seiner Lebensweise wie seiner Beschäftigungen. Es ist dies ein für physiologische Studien sehr interessantes Schriftstück, das ich denen empfehle, welche die Entwickelung der Seele zum Gegenstande ihrer Forschungen machen. Gäbe es keine andern Gründe für die zwingende Annahme, daß zwischen Mensch und Affe eine Verwandtschaft besteht, so würde schon die Art und Weise, wie diese Thiere aufmerken, genügen, um eine Aehnlichkeit zwischen ihnen und den Menschen zu erkennen.

Ich habe schon in meinem Buche „Ueber die Furcht" dem Studium der Aufmerksamkeit einige Blätter gewidmet, ich komme jedoch gern auf diesen Gegenstand zurück, weil er eine der unerläßlichsten Bedingungen für das Entstehen der geistigen Ermüdung ist. In der Psychophysik von Fechner**) wurde dieser Proceß zum ersten Male vom physiologischen Standpunkt aus studirt. Ich sagte schon, daß der Sinnenreiz eine gewisse Stärke erreichen muß, ehe wir uns seiner bewußt werden; den Punkt, wo man anfängt, den Reiz zu fühlen, nannte Fechner „die Schwelle".

„Aber wenn die Ansicht vom ausgedehnten Seelensitze triftig ist", sagt Fechner, „so muß es möglich sein, daß die psychophysische Thätigkeit, anstatt auf einmal ganz unter die Schwelle zu sinken, jetzt hier, jetzt da darunter sinke, und der Mensch also partiell einschlafen und wachen könne. Jede Zuwendung der Aufmerksamkeit zu einem Sinne ist als ein Erwachen dieses Sinnes, und jede Abwendung davon als ein Versinken

*) Romanes, L'intelligence des animaux. Vol. II, pag. 239—253.

**) G. T. Fechner, Elemente der Psychophysik II, 1860, S. 450.

in Schlafzustand zu fassen, aus dem ein Erwecken durch Willkür oder Reize stattfinden kann, und wohl selten oder niemals ist alles, was vom Menschen überhaupt wach sein kann, auch wirklich zugleich wach. Wenn ein Mensch in so tiefes Nachdenken versunken ist, daß er nicht sieht und hört, was um ihn vorgeht, so schläft die Sphäre aller äußeren Sinne ebenso wie beim wirklichen Schlafe. Auch kann sich dieser Schlaf der äußeren Sinne ebenso wie der allgemeine Schlaf mehr oder weniger vertiefen, und es giebt Zustände innerer Extase, wo der Mensch mit offenen Augen und Ohren gegen alle äußeren Reize so gut wie unempfindlich ist.

So wechselt im Wachen der Gipfel der psychophysischen Thätigkeit die Stelle, und wie er an einer Stelle höher aufsteigt, sinkt die Thätigkeit anderwärts tiefer unter die Schwelle, und vertieft sich hiermit anderwärts der Schlaf."

Die Anführung dieser Stelle aus dem Buche Fechner's wird, hoffe ich, hinreichen, um uns verstehen zu lassen, daß nach seiner Ansicht bei gewöhnlicher Seelenverfassung in einigen Theilen des Gehirnes ein partieller Schlaf stattfindet, während andere wach sind. Die „Aufmerksamkeit" und „partiellen Schlaf" setzt Fechner in ein und dasselbe Kapitel. Wenn Jemand neben uns spricht und wir hören und verstehen nicht, was er sagt, so geschieht es, weil jener Theil des Gehirnes, auf welchen sich diese Eindrücke beziehen, im Schlafe liegt. Wird er durch einen stärkeren Eindruck geweckt, so erwacht zugleich die Aufmerksamkeit, und oft lassen sich die vorausgegangenen Eindrücke, ehe sie verwischt werden, noch erfassen.*)

Das Geistesleben des Menschen schwankt demnach, wie Fechner annimmt, zwischen Schlaf und Wachen, und auch in letzterem Zustande wären Gehirnregionen vorhanden, die im Schlaf lägen.

---

*) A. a. O. 437.

Nach Fechner war es der Physiolog Wundt, welcher durch seine Studien über die Aufmerksamkeit größeres Licht auf diesem Gebiete verbreitete; ich würde indessen die Grenzen eines populären Buches überschreiten, wollte ich die wichtigen Fakta, welche in der Leipziger psychologischen Schule über die Aufmerksamkeit entdeckt wurden, hier auch nur andeuten.*)

In diesem Kapitel werde ich mich darauf beschränken, die Veränderungen, welche sich in unserm Organismus während des Aufmerkens vollziehen, zu untersuchen. Der leichte Erregungszustand, der dem Gehirne nothwendig ist, damit es besser arbeiten und sich dauerhafter das Bild der Gegenstände einprägen könne, ist ein Ereigniß, an dem alle Organe des Körpers theilnehmen. Das Studium dieser Veränderungen ist von großer Wichtigkeit für den Physiologen, weil dadurch der physische Zustand, welcher die psychische Thätigkeit des Gehirnes begleitet, deutlich wird.

Ich habe bereits in meinem Buche „Ueber die Furcht" mit Hülfe des Plethymographen und der Waage bewiesen, in welcher Weise sich das Blut nach dem Gehirne bewegt, wenn wir über etwas nachdenken.

II.

Während der Aufmerksamkeit erleidet die Athmung eine Veränderung. Ich suchte mich hiervon zu überzeugen, indem

*) Dem Leser, welcher die in letzter Zeit von der Leipziger Schule über die Aufmerksamkeit verfaßten Arbeiten genauer kennen zu lernen wünscht, empfehle ich, das Werk von W. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 3. Auflage, 1881, zu Rathe zu ziehen. Ein vorzügliches, populäres Buch wurde auch von Th. Ribot über den Mechanismus der Aufmerksamkeit verfaßt (Psychologie de l'attention, Paris 1889).

ich einen Apparat um die Brust legte, der den Zweck hatte, die Athembewegungen aufzuschreiben. Aber nicht bei Allen und nicht zu jeder Zeit tritt eine Veränderung in der Athmung ein, weil viele Menschen schon allein durch den Gedanken, daß ein Versuch mit ihnen angestellt werden soll, aufgeregt werden. Beständiger und zuverlässiger ist die Veränderung, die man an den Personen wahrnimmt, welche im Zustande der Zerstreuung und in vollkommen ruhiger Verfassung anfangen über Etwas nachzudenken.

In meiner Schrift über die Periodische Athmung und Luxus-Athmung habe ich die Zeichnungen, welche mit Hülfe des genannten Apparates während eines tiefen Nachsinnens aufgeschrieben wurden, veröffentlicht. Es waren dies die Bewegungen des Unterleibes und der Brust. In dem Maße als die Seelenruhe zunimmt, werden die Athembewegungen häufiger und die Zwerchfellathmung weniger ausgiebig. Von den zwei Organen, deren wir zur Athmung bedürfen, nämlich dem Brustkasten und dem Zwerchfell, strebt das letztere am meisten danach, sich auszuruhen. Ich hielt mich für zerstreut, wenn in meinem Bewußtsein Ideen auftauchten, deren Ursprung und Verkettung mit den vorher dagewesenen mir unbekannt waren. Es waren dies Vorstellungen, die sich meiner Seele aufdrängten, trotzdem ich mir anfangs vorgenommen hatte, sie in ihrer Ruhe durch nichts stören zu lassen; und mit diesen Bildern entrollten sich Scenen und Lebensbilder, die ich als den Anfang eines Traumes ansehen mußte, trotzdem so viel von meinem Bewußtsein wach war, daß ich über mich selbst wachen konnte, so daß ich mir des Zweckes, den mein Schlaf hatte, bewußt war. An diesem Punkt angelangt, drückte ich auf eine Taste, die ich unter dem Finger hatte, wodurch ein Zeichen auf einen rotirenden berußten Cylinder vermerkt wurde, auf dem sich auch die Athembewegungen fortwährend verzeichneten. Kaum war dies

Zeichen gemacht, so wurde die Athmung tiefer und schneller. Sobald die Aufmerksamkeit wieder erregt ist, geht ein Wechsel in den Funktionen des Brustkorbes und Zwerchfelles vor sich; während wir anfangen abzuschweifen, zieht sich das Zwerchfell schwächer zusammen und sucht sich auszuruhen; die Brust dagegen arbeitet mit ausgiebigeren Bewegungen. Kaum ist das Bewußtsein wieder voll zurückgekehrt, so nimmt die Athmung einen andern Charakter an und wird langsamer. Das Zwerchfell macht stärkere Bewegungen und die Erweiterungen des Brustkorbes werden geringer.

So setzte ich oft ganze Stunden den Versuch fort, und es wiederholte sich immer dieselbe Erscheinung, sobald die Aufmerksamkeit dazu neigte, abzuschweifen, oder andererseits sich zu koncentriren.

Ich habe auch Personen gefunden, deren Athembewegungen aufhören regelmäßig zu sein, und die Neigung zeigen, intermittirend zu werden, sobald ihre Aufmerksamkeit beim Einschlummern aufhört. Bei Dr. Alippio Rondelli z. B. trat diese Erscheinung in sehr bestimmter Weise zu Tage. Ich erinnerte schon im V. Kapitel daran, daß sich auch an den Fischen Pausen bei der Athmung beobachten lassen, wenn sie vollkommen ruhig sind, und gab in Fig. 14 einen Beweis dafür. Diese Versuche lassen sich an Menschen am besten während des Sommers in denjenigen Stunden anstellen, wo die Geistesabwesenheit leicht zum Schlaf übergeht.

Dr. Rondelli saß in einem bequemen Lehnstuhl und las, während wir hinter ihm mit Hülfe des Pneumographen auf einem rauchgeschwärzten Cylinder seine Athembewegungen verzeichneten. Solange er aufmerksam las, war die Zeichnung normal, kaum aber begann er sich zu zerstreuen, so zeigten sich Unregelmäßigkeiten, und wenn er die Augen halb schloß und das Buch in seiner Hand zu schwanken begann, nahm die Athmung einen periodischen Charakter an. Es gab dann

Augenblicke, wo der Athem fast unhörbar wurde und aufzuhören schien, und andere, wo er nach und nach wieder stärker wurde; dann nahm er mit großer Regelmäßigkeit wieder ab.

Ich fühle mein Herz jedesmal viel stärker schlagen, wenn ich mich anschicke, über Etwas nachzudenken, nachdem ich mich einige Zeit vollständig ruhig verhalten habe. Wenn ich in leichtem Schlummer liege und durch irgend ein leises Geräusch von selbst aufwache, wird der Herzschlag sofort derart heftig, daß er mir zum Bewußtsein kommt. Bald nachher verschwindet das Herzklopfen. Die erste Ursache dieser größern Herzthätigkeit ist, wie ich glaube, in der Zusammenziehung der Blutgefäße zu finden, wie ich schon in meinem Buche „Ueber die Furcht" dargethan habe. Hieraus wird verständlich, daß bei der Aufmerksamkeit eine verwickelte Veränderung stattfindet. Um mich eines faßlichen Beispiels zu bedienen, möchte ich sagen, daß unser Gehirn nicht die Empfindlichkeit einer photographischen Platte hat, die, solange sie im Dunkeln bleibt, jederzeit bereit ist, die Bilder aufzunehmen, daß aber unser ganzer Organismus an der Herstellung der Bedingungen für eine erhöhtere Gehirnthätigkeit Theil nimmt.

III.

Bezüglich des Einflusses, den die Cirkulation des Blutes auf die Thätigkeit des Nervensystems äußert, will ich an eine Beobachtung Johann Müller's erinnern.*) „Ich sah, wenn ich bei geschlossenen Augen lange Zeit das dunkle Sehfeld beobachtet hatte, oft ein schwaches Licht von einem Punkte aus rhythmisch sich über das Sehfeld verbreiten und wieder

*) J. Müller, Ueber die phantastischen Gesichtserscheinungen, S. 15.

verschwinden. Diese Lichterscheinung war mit dem Ausathmen synchronisch und konnte keinen andern Grund haben, als daß der während des Ausathmens stattfindende Blutandrang nach dem Gehirne und die dadurch bedingte Erhebung und Bewegung des letztern in der Sehsinnsubstanz leuchtend objektiv wurde."

Durch Versuche ist festgestellt worden, daß die Aufmerksamkeit kein anhaltender Vorgang ist, sondern daß sie mit unterbrochenem Antrieb, gleichsam sprungweise stattfindet. Diese Unterbrechungen wurden von Wundt und besonders von Lange studirt.*)

Leumann**) wollte beobachtet haben, daß die von Lange und Andern studirten periodischen Schwankungen gleichzeitig mit den Athmungsperioden auftreten. Sollte sich diese Thatsache als wahr erweisen, so müßten wir annehmen, daß der durch einen größern Blutzudrang zum Gehirne hervorgerufenen größern Erregbarkeit Perioden entsprechen, in denen unsere Aufmerksamkeit sich leichter auf einen Punkt zu koncentriren vermag.

Daß außer der Athmung noch andere Ursachen vorhanden sind, Unterbrechungen in der Thätigkeit der Nervencentren herbeizuführen, haben wir soeben gesehen, weil in der Athmung selbst, sobald wir zerstreut sind, Unterbrechungen eintreten. Im tiefen Schlafe kann die Athembewegung durch regelmäßig wiederkehrende Pausen, die sich bis zur Dauer einer halben Minute ausdehnen, unterbrochen werden.

Eine ähnliche Periodenbildung zeigt sich auch in der Spannung der Gefäße und in den Funktionen des Herzens. Schon im Jahre 1884 äußerte ich in einer Arbeit über die

---

*) N. Lange, Beiträge zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit und der aktiven Apperception. Philosophische Studien IV, 395.

**) E. Leumann, Die Seelenthätigkeit in ihrem Verhältniß zu Blutumlauf und Athmung. Philosophische Studien V, 618, 1889.

periodische Athmung: „Ich halte es für eine natürliche Lebensbedingung der Nervencentren, daß sie, aus der Ruhe geweckt, nicht sofort in ihren vorherigen Zustand zurückfallen, sondern durch eine Reihe von Oscillationen, wobei die Erregbarkeit wechselweise zu- und abnimmt." Wir haben wohl alle schon die Bemerkung gemacht, daß beim Einschlafen (oder wenn wir nach dem Aufwachen wieder einschlafen) Gedanken und Bilder auf dem Bewußtseinsfelde oscilliren, welche erscheinen und verschwinden, bis sie schließlich ganz vergehen. Wenn wir in der Nacht die Schläge einer Uhr hören oder das Rauschen eines Wasserfalles, so können Viele unterscheiden, daß zeitweise der Ton stärker und wieder schwächer zu werden scheint. Durch das Stellen der Uhr wird die Dauer dieser Zeiträume nicht verändert, weil die Ursache im Gehirne liegt. Als ich den Blutumlauf im Menschengehirne studirte, fand ich analoge Zu- und Abnahmen der Blutmenge, welche zum Gehirne strömte. Im Schlafe ist unser Athem regelmäßig, aber ein leises Geräusch genügt schon, um einen Stillstand herbeizuführen; dann folgt ein tiefer Athemzug, während einiger Augenblicke nehmen die Athembewegungen an Stärke zu und alsbald wieder ab, was auf der Zeichnung eine Linie hervorbringt, wie sie die Spitzen der Orgelpfeifen machen; sodann folgt eine kleine Pause, hierauf eine neue Periode, eine dritte und vierte, nach deren Verlauf die Athmung wieder eine gleichmäßige wird. Dieser Erscheinung habe ich den Namen „successive Oscillationen" gegeben. Die Energie der Nervencentren wird nicht in dauernder, gleichmäßiger Weise ausgelöst, sondern hat die Tendenz, sich abwechselnd mit stärkerer oder geringerer Kraft zu entwickeln. Wird das Gleichgewicht der Nervencentren gestört, so entstehen Oscillationen, die stufenweise schwächer werden oder auch den Anfang einer Reihe immer stärker werdender Oscillationen bedeuten, wie z. B. durch das wiederholte Anziehen eines

Glockenstranges die Schwingungen der Glocke immer größer werden. Was ich von der Athmung sagte, bezieht sich ebensowohl auf die Phänomene der Aufmerksamkeit und Ermüdung. Wollen wir uns hiervon überzeugen, so genügt es, in die Sonne zu sehen oder im Dunkeln ein brennendes Licht zu fixiren; dadurch wird ein Punkt der Netzhaut im Auge ermüdet, so daß wir in Folge dessen das Bild des Gegenstandes hinterdrein vor Augen behalten. Betrachten wir es, so werden wir finden, daß es nach kurzer Zeit verschwindet und alsbald wieder auftaucht. Diese Oscillationen wiederholen sich noch eine geraume Zeit, um sodann völlig zu verschwinden.

Dieselben Oscillationen lassen sich auch an den andern Sinnen wahrnehmen. Bringt man die Stirn in Berührung mit einer kalten Fläche, z. B. einer Fensterscheibe, so haben wir eine Empfindung von Kälte noch eine gewisse Zeit, nachdem die Berührung mit dem Glas aufgehoben war. Diese Empfindung nimmt nicht gleichmäßig an Stärke ab, sondern man hat abwechselnd ein Gefühl von Kälte und Wärme. Die Intensität des Gefühles nimmt vier- oder fünfmal zu, dann hört es ganz auf.*)

Ich habe mich etwas ausführlich über diese Erscheinungen verbreitet, weil sie uns einen Begriff von der Schnelligkeit geben, mit welcher unsere Nervencentren ermüden. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß die Ermüdung in einer Nervenzelle des Gehirnes schon nach drei oder vier Sekunden der Thätigkeit eintritt. Die verlängerte Thätigkeit des Gehirnes läßt sich, trotz dieser äußerst schnellen Erschöpfung seiner Elemente dadurch erklären, daß wir in den Gehirnwindungen zwei Milliarden Zellen besitzen, die sich in ihren Obliegenheiten ablösen können.

In einer Reihe von Beobachtungen, die ich in Leipzig mit

---

*) Beaunis, Physiologie humaine, 1888, Vol. II, pag. 593.

Dr. Schön anstellte, habe ich gefunden, daß, wenn man ein Auge schließt und mit dem andern, ohne im Geringsten zu fixiren, eine gleichfarbige Fläche ansieht, wie z. B. den hellen Himmel, eine Wolke oder eine weißgestrichene Wand, das Gesichtsfeld sich in regelmäßigen Abständen verdunkelt und erhellt. Wenn das Gesichtsfeld dunkel erscheint, hat es eine gelbgrünliche, zuweilen blaue, oft unbestimmte Färbung. Diese Verdunkelungen sind bei verschiedenen Personen von verschiedener Dauer und wiederholen sich im Durchschnitt fünf- bis zwölfmal in der Minute.

IV.

Haller verneinte die Willkürlichkeit der Aufmerksamkeit, und es ist Thatsache, daß die Menschen nicht immer gleichmäßig aufgelegt sind, aufzumerken. Wir werden später sehen, daß uns dies zuweilen trotz der größten Willensanstrengung nicht gelingt. Bei schwachen und nervösen Personen, namentlich bei Frauen, bringt die Anstrengung des Aufmerkens, falls sie lange fortgesetzt wird, schwere Unzuträglichkeiten hervor.

Es ist zuweilen vorgekommen, daß Personen, die sich in den Augenkliniken einer Messung des Gesichtsfeldes unterzogen, oder im Atelier eines Photographen lange vor dem Apparat aushalten mußten, hinterher einige Zeit vollständig hypnotisirt und unbeweglich blieben.

Bekannt ist das Spiel des Gedankenlesens, bei welchem es Einem gelingt, trotz verbundener Augen mittels einer starken Koncentration der Aufmerksamkeit die Absichten der Person, die man an der Hand hält, zu errathen, durch die leichten, unwillkürlichen Bewegungen, welche dieselbe macht. Es giebt Frauen, die, nachdem sie während dieses Spieles sich zu einer starken Geistesanspannung gezwungen haben, hinterher

Schwindel- und Ohnmachtsanfälle bekommen. Es ist ferner eine allbekannte Thatsache, daß die Aufmerksamkeit den Hypnotismus herbeiführt; die Engländer gaben dieser besonderen Form der Aufmerksamkeit, welche hypnotisirt, den Namen expectant attention (erwartende Aufmerksamkeit).

Personen, welche sehr leicht erregbar sind, verfallen, wenn sie minutenlang anhaltend irgend einen Punkt fixiren oder wenn ihre Aufmerksamkeit sich in einen mystischen Gedanken vertieft, wie z. B. bei der Andacht, ohne sich selbst davon Rechenschaft geben zu können, in eine besondere Art von Schlaf, den man Hypnose oder Ekstase nennt.

In der Kirche San Domenico zu Siena befinden sich Frescogemälde von Sodoma, die heil. Katharina darstellend. Kein Künstler hat je mit gleicher Meisterschaft verstanden, die Aufmerksamkeit, wie sie in solch erhebender Weise zur Erscheinung kommt, an einer Person, die von einer frommen Vision erfüllt ist und den Grenzen dieser Welt entrückt scheint, im Bilde darzustellen.

Meiner Ansicht nach sind diese Fresken, was Wahrheit des Ausdrucks betrifft, zu den bewundernswerthesten der italienischen Schule zu rechnen. Ich sah diese Fresken vor mehreren Jahren und habe eine so lebhafte Erinnerung daran bewahrt, daß es mir ist, als hätte ich sie gestern erst gesehen.

Vielleicht war es auch die Umgebung, welche dazu beitrug, mich in solche Gemüthsstimmung zu versetzen. Ich war gegen Abend allein in jener Kirche; das von den hohen Fenstern hereinströmende Abendlicht verbreitete unter dem antiken Gebälk des Daches und im großen Mittelschiff einen Dämmerschein, während die letzten Sonnenstrahlen, hier und da reflektirt, die Erhabenheit der Einsamkeit erhöhten. Vorher hatte ich die Kapelle der deutschen Studenten besucht und die an den Wänden derselben befindlichen lateinischen Inschriften gelesen, welche jene Jünglinge, die in alten Zeiten des Stu-

diums halber nach der Universität Siena gekommen waren, noch vom Grabe aus als einen Gruß in die ferne Heimath sandten. Nachher war ich auf den Balkon, der sich am Ende der Kirche befindet, hinausgetreten, wo die Stadt mit ihren alten Thürmen, den in der Abendsonne röthlich schimmernden Mauern, den Spitzbögen, den durch Marmorsäulchen getheilten Fenstern und den Gärten, die wie Laubgewinde in das Thal hinunterreichen, sich wie eine Märchenvision vor mir ausbreitete.

Die Frühlingssonne beleuchtete mit ihren warmen Strahlen jene herrliche Thalsenkung und weckte in meiner Seele dieselbe Gemüthsstimmung wieder, in der ich mich während eines prachtvollen Abends, den ich einst in einer mittelalterlichen Stadt verlebte, befunden hatte. Nachdem ich mich diesen Erinnerungen entrissen, ging ich zum Altar, wo sich die Frescogemälde Sodoma's befinden. Das zur rechten Seite stellt die Verzückung, das links befindliche die Ohnmacht der Heiligen dar. Beide Bilder zeigen die Wirkung der Aufmerksamkeit und Andacht. Sodoma gab mit solcher Wahrheit, mit einem derart erhabenen Idealismus auf diesen Bildern die Natur wieder, daß ich niemals etwas so Wunderbares in der Kunst gesehen hatte.

Auf dem Fresco rechts vom Altare sieht man die heil. Katharina in Verzückung, die starren, weit geöffneten Augen weltverloren nach oben gerichtet; in ihrem Blick ist keine menschliche Empfindung mehr; nur an einer schimmernden Thräne sieht man, daß sie noch lebt. Die Heilige liegt auf den Knieen mit offenen Armen und ausgestreckten Fingern, die durch einen Krampf erstarrt sind, was aus der Biegung der langen, dünnen Finger ersichtlich ist. In der Farbe des Gesichts und der Haltung des Rumpfes ist der nervöse Charakter eines hysterischen Anfalls zu erkennen, der durch die Intensität des religiösen Gedankens erzeugt wurde.

Auf der andern Seite des Altares ist die Heilige in der ernsteren, krankhafteren Form der Aufmerksamkeit dargestellt, in der Ohnmacht. Die Blässe des Gesichts, die erschlafften Glieder, die halbgeschlossenen Augen, der zur Seite geneigte Kopf und der nach vorn übergebeugte Körper, die herabhängenden und leblosen Hände, die einer Todten anzugehören scheinen, zeigen, daß ihr das Bewußtsein plötzlich geschwunden und der Herzschlag langsamer geworden ist, während sie kniend betete.

Der Ausdruck des Schmerzes und des Erstaunens, den die zwei Gefährtinnen zeigen, welche noch zeitig genug kommen, um die Heilige vor dem Hinfallen zu bewahren, sind mit einer bewunderungswürdigen Genauigkeit in den kleinsten Einzelheiten der Bewegung und Rührung gezeichnet. Das blasse und unbestimmte Licht, welches von oben herab auf diese zwei Menschengruppen fällt, das keusche Weiß der jungfräulichen Kleider, die durch Liebe verklärte Schönheit der einen dieser Nonnen, der mystische Ausdruck von Hingebung und Ekstase in den unverfälschten Gestaltungen des wirklichen Lebens, bringen einen derart poetischen Eindruck hervor, daß es unmöglich ist, das Bild jemals zu vergessen.

V.

Bei den auf ihre Beute lauernden Thieren (wie man bei den Katzen beobachten kann) schwächt die sich auf Etwas koncentrirte Aufmerksamkeit derart alle anderen Sinne ab, daß die Jäger sich öfters diesen Zustand psychischer Unempfindlichkeit zu nutze machen, um sich ihnen zu nähern. In einem solchen Zustand ist der Hühnerhund, der „steht".

In Cardano's Lebensgeschichte*) findet sich Folgendes:

*) Leben des Hieronymus Cardano, S. 86.

„Nichts ist anhaltender in mir als das Nachdenken. Es bleibt so fest auf den mich beherrschenden Gegenstand gerichtet, daß der Gedanke an denselben mich weder bei der Mahlzeit noch bei den Vergnügungen verläßt, die mir ohne denselben fade erscheinen würden; wie er mich andererseits auch unempfindlich gegen den Schmerz macht."

Die Schwierigkeit liegt darin, den Mechanismus zu erkennen, mittels dessen die Thätigkeit in einigen Theilen des Gehirnes an Stärke zunimmt, während sie in andern abzunehmen scheint.

Die Physiologen glauben, dies Phänomen dadurch erklären zu können, daß sie annehmen, der physiologische Proceß der Aufmerksamkeit bewirke eine „Hemmung". Daß jedoch die „Erregung" vorherrsche, dafür haben wir zu viele augenscheinlichen Beweise, als daß wir sie leugnen könnten. Allein schon die Stellung, die Jemand annimmt, wenn er einen Ton oder ein Zeichen zu hören erwartet, die Bewegungen des Kopfes und der Ausdruck des Gesichts zeigen deutlich, daß die Natur der Aufmerksamkeit mit den Bewegungserscheinungen eng verknüpft ist.

Leicht erregbare Personen leiden zuweilen an einem Gesichtskrampf, wobei sich die Stirnmuskeln, die Augenbrauen oder auch die Gesichtsmuskeln stoßweise zusammenziehen; Gemüthsbewegungen und die Aufmerksamkeit bewirken bei diesen Personen, daß die Muskelzusammenziehungen häufiger und stärker auftreten.

Bei Manchen wird die Erregbarkeit der Bewegungssphäre so groß, daß es ihnen Unbehagen verursacht, wenn sie aufmerksam sein sollen. Ich habe Personen gekannt, welche in schwierigen Augenblicken einer chirurgischen Operation, ohne irgendwie Furcht zu haben, zu zittern anfingen. Bei den praktischen Uebungen, welche die Studenten in meinem Laboratorium anstellen, habe ich öfter folgenden Versuch gemacht:

während sie irgend ein feines Instrument in der Hand halten oder eine bestimmte Anzahl Tropfen in ein Gefäß einzutragen haben, rufe ich ihnen zu, wohl aufzumerken. Sogleich fangen ihre Hände an zu zittern und alles geht um so schlechter von statten. Andere wieder, wie die Kinder und Frauen, schneiden Gesichter, wenn sie ihre Aufmerksamkeit auf Etwas richten, strecken die Lippen vor, runzeln die Stirn; Andere kratzen sich den Kopf und Manche schließen wohl auch ein Auge.

Fechner beschrieb einen besonderen Zustand der Spannung, der sich im Kopf, besonders im Hinterhaupt bemerklich macht, wenn die Geistesarbeit am anstrengendsten ist. Einer meiner Freunde, der gewiß niemals von diesem Gefühl, das Fechner beschreibt, gehört hatte, sagte mir, daß er oft, mitten in der angestrengtesten Arbeit einzig wegen dieses quälenden Schmerzes aufhören müsse, der mit der geistigen Ruhe dann immer wieder verschwinde.

Wir haben bei der Aufmerksamkeit zwei verschiedene Thatsachen: die eine besteht darin, daß die inneren Vorstellungen sich verstärken, die andere, daß die äußeren Eindrücke daran verhindert werden, zum Bewußtsein zu kommen. Man kann wohl bei Geräuschen arbeiten, aber gewiß ist die Anstrengung größer, die Gedanken zusammen zu halten. Die eine sowohl wie die andere dieser grundlegenden Erscheinungen ist nicht zu erklären. Vielleicht ist es weniger unverständlich, wie wir andere stärkere Eindrücke, welche auf unser Nervensystem einwirken, zum Schweigen bringen können, während wir unsere Aufmerksamkeit auf Etwas koncentriren. Aber wir vermögen noch nicht zu entscheiden, ob dieser Theil, welcher in der Thätigkeit nachläßt, das Wesentliche ist, oder ob nicht vielmehr die innere Vorstellung, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet ist, sich verstärkt. Gewiß funktioniren die Sinnesorgane in derselben Weise, mögen wir zerstreut oder aufmerksam sein. Sehen wir eine Farbe an, so wird sie uns trotz angestreng-

tester Aufmerksamkeit weder heller noch dunkler erscheinen. Es handelt sich hier um Vorgänge in den innersten Theilen des Gehirnes, und wir müssen hoffen, daß es gelingen wird, etwas mehr Klarheit in diese Naturvorgänge, die das Fundament unseres Seelenlebens ausmachen, zu bringen.

Bain*), Sully, Lange und noch Andere betrachten die Aufmerksamkeit als einen Bewegungsvorgang, und suchen einen Grund für diese Hypothese in der innigen Verwandtschaft, welche zwischen der Muskel- und geistigen Thätigkeit besteht. Auch Ribot**) hat sich mit diesem wichtigen Problem beschäftigt.

Lange***) bemerkte an sich selbst, daß, so oft er an einen Kreis denkt, in seinen Augen eine Bewegung vorgeht, die dieser Figur entspricht; weshalb er ohne Rückhalt oder Ausnahmen behauptet, daß allein durch Muskelzusammenziehung der Gedanke ermöglicht werde. Was die abstrakten Vorstellungen betrifft, so hatte schon Stricker sicher bewiesen, daß es eine „innere Wortbildung" giebt. Ein Jeder, der sich selbst aufmerksam zu beobachten pflegt, wird bemerken, daß, wenn er an einen abstrakten Begriff denkt, er sich das Wort, was diesen Begriff deckt, in Gedanken vorsagt, oder wenigstens den Trieb fühlt, es auszusprechen.

---

*) Bain, The psycho-physical process in attention. 1890. Part. II, pag. 154.

**) Ribot, Psycologie de l'attention. Paris 1889, pag. 32.

***) Lange, A. a. O. S. 115.

VI.

Man hatte der Blutcirkulation eine große Wichtigkeit bei dem Phänomen der Aufmerksamkeit zugeschrieben. Ich habe mich mit Vorliebe mit Untersuchungen über die Blutbewegungen im Gehirne des Menschen beschäftigt, und es ist mir gelungen, nachzuweisen, daß der Blutandrang zum Gehirne während der Aufmerksamkeit vermehrt wird. Indem ich diese Untersuchungen in einer noch nicht erschienenen Arbeit fortsetzte, konnte ich mich überzeugen, daß das Blut nicht der erste und wichtigste Faktor bei der psychischen Thätigkeit ist. Die Gehirnzellen enthalten in genügender Menge Stoffe für die Operationen des Bewußtseins, ohne daß sogleich eine entsprechende Veränderung im Blutandrang stattfinden müßte. Ich beobachtete in der That an Personen, welche eine Oeffnung im Schädel hatten, daß sich das Bewußtsein wiederherstellt, ehe eine Veränderung in dem Blutumlauf des Gehirnes stattfindet.

Die Aufmerksamkeit, welche sich anfangs als eine Anstrengung für den Geist darstellt, dient im Gegentheil dazu, in wunderbarer Weise die Kräfte desselben zu schonen. Was würde aus uns und den Thieren, wenn alle von außen kommenden Eindrücke gleichzeitig und mit gleicher Stärke in unserm Gedächtniß hafteten? Es ist also ein Mechanismus nöthig, der die Anzahl der aufzunehmenden Eindrücke beschränkt und eine Auswahl unter ihnen zu treffen fähig ist. Wir erleben den beständigen Wechsel der Dinge um uns herum, ohne daß sie eine Spur in uns zurücklassen, die uns dauernd ermüdete.

Dasselbe geschieht fortwährend mit vielen Absonderungen, die, wie das Gehirn, in Zwischenräumen funktioniren müssen. Die Speicheldrüsen, die des Magens, die Bauchspeicheldrüse

und andere funktioniren nur zeitweise. Wenn sie absondern sollen, so sind besondere Nerven vorhanden, die unabhängig von der Cirkulation des Blutes die Lebensprocesse in diesen Organen beschleunigen und verstärken.

Wie wir den Zustand der Zellen in der Speichel-, der Magen-, der Bauchspeicheldrüse in der Ruhe kennen und mit Genauigkeit die Veränderungen verfolgen können, welche diese Zellen erleiden müssen, um arbeiten zu können, so sehen wahrscheinlich auch die Zellen des Gehirnes im Zustande der Ruhe anders aus und sind in ihrem Innern anders zusammengesetzt, als wenn sie arbeiten. Die Analogie, welche von so großem Werthe für die Deutung der Naturerscheinungen ist, bringt uns zu der Ueberzeugung, daß es so sein muß, und ich kenne keine Thatsache, die im Widerspruche zu einer solchen Annahme stände.

Wie wir Nerven haben, die für die Absonderungen der Drüsen zu sorgen haben, so halte ich es für wahrscheinlich, daß auch im Gehirne Nerven vorhanden sind, die dazu dienen, das Leben in den Zellen dieses Organs reger zu machen und zu schüren. Wenn diese meine Idee sich bewahrheitet, so wäre die Aufmerksamkeit eine Reflexbewegung.

Wie man erbleicht, erröthet, weint, zittert, wie die Speichel- und Säfteabsonderung aufhört und wieder beginnt, so geht unwillkürlich oder willkürlich eine Verwandlung der Zellen in einigen Theilen des Gehirnes vor sich, wodurch sie tauglicher werden, die Eindrücke der Außenwelt aufzunehmen, oder in eine regere Wechselwirkung und engere Verbindung mit anderen Theilen des Gehirnes zu treten. Diese meine Annahme erklärt, warum ein vermehrter Blutandrang zum Gehirne nicht genügt, um es lebhafter funktioniren zu lassen. Das Einathmen von Amylnitrit(?)-Dämpfen reicht hin, um eine starke Blutüberfüllung des Gehirnes herbeizuführen; wer aber diesen Versuch angestellt hat, wird gefunden haben, daß dadurch die

Gedankenarbeit nicht lebhafter wird. Auch in den Drüsen vollzieht sich ein ähnlicher Vorgang. Um eine stärkere Speichelabsonderung hervorzurufen, genügt es nicht, daß der Blutandrang zu den Drüsen zunehme; es muß eine Reizung der Absonderungsnerven stattfinden; ja, dies ist die Grundbedingung; die Vermehrung des Blutstroms ist eine Bedingung von sekundärer Bedeutung.

Die verschiedene Gesittung des Menschengeschlechts, die größeren oder geringeren Anlagen, welche die verschiedenen Glieder derselben Rasse für die Geistesarbeit haben, würde demnach von der Leichtigkeit und Stärke abhängig sein, mit welcher es ihnen kraft dieser Reflexthätigkeit gelingt, die chemischen Lebensprocesse zu modificiren, so daß in den verschiedenen Theilen des Gehirnes die Zellen kräftiger arbeiten und die Eindrücke der Außenwelt fester darin haften. Unser Gehirn ist in dem Maße stärker, als wir es verbrennen und zerstören und mit derselben Schnelligkeit die Bedingungen für seine Energie wiederherstellen können. Diese vorausgesetzten Aufmerksamkeitsnerven würden, wie jene der Absonderung, die Kraft haben, die Zerstörungsprocesse in den Zellen der Gehirnhemisphären anzuschüren, die Thätigkeitsform zu verändern und den Gedanken zu erzeugen. Die Aufmerksamkeit wäre dann, wie die periodische Funktion der Drüsen ein für die Schonung der Energie der Organe bestimmter Mechanismus, welche nur im rechten Augenblicke, wo ihr Verbrauch nothwendig wird, zu funktioniren haben.

VII.

Die Abhängigkeit der Aufmerksamkeit vom Stoffwechsel erkennt man aus vielen Umständen. Wir erkennen sie beispielsweise an ihrer Verspätung. Durchblättern wir ein Buch,

so werden wir öfters inne, daß wir das gesuchte Wort auf einer Seite lasen, die wir längst überschlagen haben. Oder wir bemerken beim Vorübergehen an einem Schaufenster, erst nachdem wir mehrere Schritte weiter gegangen sind, daß wir dort etwas Besonderes gesehen haben.

Wollen wir unsere Aufmerksamkeit auf einen Gegenstand gespannt erhalten, so sucht unser Geist allmählich abzulenken und sich zu zerstreuen; es giebt Zeiträume, wo sich gleichsam eine Wolke zwischen uns und den Gedanken lagert, so daß wir ihn trotz aller Anstrengung nicht festhalten können; andere Bilder, andere Gedanken bestürmen uns, und wir fühlen das Bedürfniß nach Ruhe in uns wachsen. Wenn wir mit ausgestrecktem Arme einen Gegenstand emporhalten wollen, so vollzieht sich in unsern Muskeln eine Reihe von Vorgängen, die, abgesehen von ihrer verschiedenen Natur, denen gleichen, welche wir bei einer Gehirnanstrengung vor sich gehen sehen. Im Anfang scheint es, als koste uns die Zusammenziehung der Muskeln keine Mühe, aber schon nach wenigen Augenblicken fühlen wir, wie schnell die Anstrengung zunimmt; der Arm fängt an zu zittern, dann biegt er sich.

Wenn das Gehirn ermüdet ist, wird es uns fast unmöglich, aufmerksam zu bleiben. Galton studirte die Bewegungen, welche man bei einem zahlreich versammelten Publikum während eines bis zur Ermüdung der Zuhörer verlängerten Vortrages beobachten kann. Die Kunst des Vortrages besteht hauptsächlich darin, den Punkt zu kennen, bis zu welchem, und die Art, wie man die Aufmerksamkeit der Studenten fesseln kann. Die tauglichsten Lehrer sind die, welche niemals übermäßig eine Gehirnregion ihrer Schüler ermüden, und dabei verstehen, ihre Aufmerksamkeit einmal hier und einmal dorthin zu lenken, damit dieselbe ruhen und dann gekräftigt auf den eigentlichen Gegenstand der Rede zurückkommen kann.

Beard, welcher ein Buch über die amerikanische Ner-

vosität schrieb, sagt, daß es jetzt in Amerika keinem Vortragenden gelingt, ein zahlreiches Publikum zu versammeln, wenn ihm die humoristische Ader fehlt und wenn er seine Zuhörer nicht zum Lachen bringt, nachdem er ihnen Thränen der Rührung entlockt hatte; die Vorlesungen der Humoristen, deren es jetzt eine ganze Klasse giebt, sind besuchter als die der Gelehrten und selbst der berühmten Schriftsteller. Die Amerikaner, die für bahnbrechende wissenschaftliche und litterarische Gedanken so gut veranlagt sind, die gelehrten, ernsten, bedächtigen Amerikaner ziehen die Albernheit der Wissenschaft vor, um ihre Abende damit auszufüllen. Es ist dies, sagt Beard, die Reaktion, welche unvermeidlich mit der übertriebenen geistigen und physischen Anstrengung unseres Lebens zusammenhängt: Menschen, die sich weniger anstrengen, fühlen auch weniger ein Bedürfniß nach Ausspannung, nach Excentricitäten, nach Albernheiten und Narrenscherz. Beard ist überzeugt, daß in keinem Lande die nervöse Erschöpfung gewöhnlicher ist als in den Vereinigten Staaten und daß in keinem Lande so viele verschiedene Arten und Symptome von Nervenschwäche wie in Nordamerika zu finden seien.

Die Fröhlichkeit wirkt wie ein Ventil, daher ist es verständlich, daß in der Redekunst der Humor für eine der Normen gilt, nach welchen beim Vortrag vor einem ermüdeten Publikum zu verfahren ist. Besucht man die Parlamentssitzungen, so sieht man, welche Wirkung einige humoristische Redner hervorrufen, weil sie verstehen, die Aufmerksamkeit ihrer Zuhörer ausruhen zu lassen, und die Kunst kennen, sie in physiologischen Zeitabschnitten, ohne Ermüdung arbeiten zu lassen. Die Physiologie wird der Redekunst große Dienste leisten, wenn erst die Psychologie des Menschen besser bekannt sein wird.

Wer sich selbst nur einigermaßen aufmerksam beobachtet,

wird bemerkt haben, daß man nach einem anstrengenden Spaziergange, einer Turn-, Fecht- oder Ruderübung weniger fähig zum Studiren ist. Wenn es zuweilen scheinen möchte, als ob uns die Kopfarbeit nach einer mäßigen Anstrengung leichter würde, so ist dies der anregenden Wirkung zuzuschreiben, welche die Muskelthätigkeit hervorruft, mit welchem Gegenstand wir uns später eingehend beschäftigen werden. Bei Alpenbesteigungen kann man die durch Muskelermüdung bewirkte Unfähigkeit, die Aufmerksamkeit zu fixiren, am leichtesten wahrnehmen. Saussure vermochte nur mit großer Mühe auf dem Mont Blanc eine kleine Geistesarbeit vorzunehmen: „Lorsque je prenais de la peine, ou que je fixais mon attention pendant quelques moments de suite, il fallait me reposer et haleter pendant deux ou trois minutes.“

An mir habe ich die Beobachtung gemacht, daß jede große Muskelermüdung mir die Fähigkeit des Aufmerkens benimmt und mein Gedächtniß schwächt. Ich habe mehrere Aufstiege unternommen. Ich war auf dem Monte Viso und habe zweimal den Monte Rosa bestiegen und erinnere mich an Nichts mehr, was ich von jenen Gipfeln aus gesehen habe. Meine Erinnerung an die Einzelheiten des Aufstieges verschwimmen und mein Gedächtniß verläßt mich um so mehr, je weiter ich in die höhern Regionen vordringe. Es scheint, als würden die physischen Bedingungen des Denkens und des Gedächtnisses durch die das Blut vergiftenden Ermüdungsprodukte und den Verbrauch an nervöser Energie ungünstig beeinflußt. Und dies ist in meinem Falle um so auffälliger, als ich ein gutes Gedächtniß für Gegenden habe.

Mehrere Bergsteiger, die ich in Bezug hierauf befragte, waren einstimmig der Ansicht, daß der letzte Theil einer Besteigung sich am wenigsten dem Gedächtniß einprägt. Der Advocat L. Vaccarone, durch seine kühnen Bergfahrten bekannt und zugleich einer der bedeutendsten Schriftsteller des

italienischen Alpenklubs, erzählte mir, daß er während des Marsches Notizen machen müsse, weil er Abends, wenn er von der Besteigung eines Gipfels zurückkomme, sich fast an Nichts mehr erinnere. Am andern Morgen, wenn die Müdigkeit vorüber sei, kämen ihm viele Einzelheiten ins Gedächtniß zurück, von denen er geglaubt habe, sie seien ihm gänzlich entfallen.

Die Unvereinbarkeit, die zwischen der Gehirn- und Muskelthätigkeit besteht; die Frage, inwieweit die körperliche Uebung eine anregende Wirkung auf den Geist ausübt, und die Feststellung einer Maximalgrenze, bis zu welcher dieselbe ausgedehnt werden darf, wenn sie sich als nützlich erweisen soll; sowie der Schaden, der für die Gehirnthätigkeit entsteht, wenn man die Bewegung übertreibt: dies sind Probleme, welche von allen denen in reiflichere Erwägung gezogen zu werden verdienten, welchen es obliegt, die Stundenpläne für die Schulen und Lehranstalten aufzustellen.

Prof. G. Gibelli sagte mir, daß auf botanischen Ausflügen sein Gedächtniß jederzeit schwächer werde, sobald er ermüde, z. B. sei es vorgekommen, daß er von den gemeinsten Pflanzen die Namen nicht habe finden können; aber dieses Phänomen der Ermüdung verschwinde rasch, sobald er sich ausgeruht habe. Delboeuf erinnert in seiner schätzenswerthen Studie „Ueber das Maß der Empfindungen"*) daran, daß die Kurzsichtigen die Brille aufzusetzen pflegen, um besser hören zu können, weil dadurch die Anstrengung, welche ihnen durch das undeutliche Sehen entsteht, vermindert wird.

---

*) Delboeuf, Eléments de Psychophysique. Paris 1883, p. 52.

VIII.

Ein charakteristisches Merkmal für die Ermüdung der Aufmerksamkeit ist das Gähnen. Jedermann weiß, was das Gähnen ist. Es besteht in einer unwillkürlichen, tiefen und langsamen Einathmung, durch welche die Lunge sich mit Luft anfüllt, die man dann langsam wieder ausströmen läßt, indem man den Mund offen hält und leicht die Stimmritze schließt, wodurch der charakteristische, rohe, allen Rednern Schrecken einflößende Ton erzeugt wird.

Wollte ich das Gähnen erschöpfend erklären, so würde ich ein Kapitel darüber schreiben müssen, was ich in einem späteren Werke über die Physiologie des Schlafes auszuführen hoffe. Für jetzt beschränke ich mich darauf, das was zum Studium der Ermüdung dienlich ist, anzuführen.

Das Gähnen wird durch eine leichte, vorübergehende Blutarmuth des Gehirnes hervorgerufen. Wenn wir müde und gelangweilt sind, dehnen sich die Blutgefäße allmählich aus und das Blut stagnirt, so zu sagen, in den Blutgefäßen des Körpers. Eine erhöhte Temperatur begünstigt diese Erweiterung der Gefäße und indem das Blut unter vermindertem Drucke cirkulirt, werden wir unfähig für scharfe Geistesarbeit und es treten Müdigkeitserscheinungen auf. Es giebt Kranke, welche an Blutarmuth des Gehirnes oder Störungen des verlängerten Marks leiden, die fortwährend gähnen. Wenn man sagt, das Gähnen sei ansteckend, so heißt das, daß Alle gelangweilt sind und deshalb Alle zum Gähnen geneigt sind. Das Gähnen ist als ein Zeichen von Schwäche und Müdigkeit aufzufassen, und die hysterischen Frauen sind es besonders, die vom Gähnen zu leiden haben.

Gewöhnlich tritt mit dem Gähnen eine Zusammenziehung der Muskeln auf, welcher man gern, wo es thunlich ist, nach-

giebt, weil sie eine Erleichterung gewährt; muß man sie in größerer Gesellschaft unterdrücken, so erfordert dies eine gewisse Anstrengung, über die man nicht immer Herr ist. Die Wohlthat, die uns das Recken der Arme verursacht, kommt daher, daß sich bei der Zusammenziehung der Muskeln eine gewisse Menge Blutes, die gleichsam stagnirend in den Adern lag, in Bewegung setzt. Dies verstärkt den Druck des Blutes und macht die Pulsationen des Herzens kräftiger, wodurch die Bedrückung, die auf uns lag, weicht. Das Gähnen und Sichrecken wird uns von Niemandem gelehrt; bei kleinen Kindern kann man, wenn sie ausgewickelt werden, schon in den ersten Lebenstagen sehen, wie sie gähnen und sich recken.

IX.

Man verfertigt jetzt Uhren, mittelst deren man den tausendsten Theil einer Sekunde messen kann. Eine von den Physiologen beim Studium der Aufmerksamkeit häufig angewendete ist die von Hipp in der Telegraphenfabrik zu Neufchâtel konstruirte, die auch den Namen dieses geschickten Mechanikers trägt. Mit Hilfe dieser Uhren kann man leicht, indem man einen elektrischen Strom öffnet und schließt, die Zeit messen, welche eine Kugel braucht, um den Lauf einer Kanone zu durchfliegen, und wie groß die Schnelligkeit eines Geschosses auf den verschiedenen Punkten seiner Bahn ist. Mit dieser Uhr messen wir die Zeit, welche verstreicht zwischen dem Moment, wo der Ton erklingt, und jenem, wo wir ihn wahrnehmen, indem wir dies durch ein Zeichen mit der Hand kund thun. Die Physiologen, vornehmlich die Schüler Wundt's, dehnten ihre Versuche über die Aufmerksamkeit auch auf die andern Sinne aus. Eine der bemerkenswerthesten Thatsachen, von der sich Jeder überzeugt

haben wird, der Ball gespielt, gefochten oder irgend welche andere Geschicklichkeits-Uebung vorgenommen hat, ist die Beobachtung, daß die Aufmerksamkeit dazu hilft, schneller zu reagiren, und daß, wenn wir nicht auf die Vertheidigung vorbereitet sind, längere Zeit nöthig ist, den Gegenschlag zu führen.

Die Verkürzung der Zeit, welche bei der Muskelreaktion durch die Aufmerksamkeit bewirkt wird, kann von zwei Ursachen abhängen: entweder wird die Bewegung in Folge der Vorbereitung schneller ausgeführt, oder der Anfang der Bewegung findet früher statt, weil der Vorstellungsreiz nicht jenen Grad des Bewußtseins erreichen muß, welcher zur Hervorbringung der Bewegung nöthig ist, und weil die Aufmerksamkeit nicht den Uebergang von der Vorstellung des Reizes auf die Vorstellung der Bewegung zu vermitteln braucht. Diesen zweiten Fall hält Martius für den wahrscheinlicheren.*) Nicht die Schnelligkeit der Bewegung, welche wir ausführen, ist verschieden; es ist vielmehr eine im Innern vorgehende Veränderung, durch welche ein Unterschied in der Schnelligkeit herbeigeführt wird, mit der die psychischen Vorgänge sich vollziehen.

Man nennt „Zeit der physiologischen Reaktion" oder einfach „physiologische Zeit" den Zeitraum, welcher zwischen dem Moment liegt, wo wir z. B. einen elektrischen Funken aufsprühen sehen, und jenem, wo wir das Zeichen, daß wir ihn sahen, durch das Niederdrücken einer elektrischen Taste, auf welcher die Hand liegt, geben. Diese minimale Differenz variirt bei den verschiedenen Menschen und repräsentirt die Zeit, die wir brauchen, um uns von einer der elementarsten For-

---

*) Götz Martius, Ueber die muskuläre Reaktion und die Aufmerksamkeit. — Philosophische Studien. Wundt. VI. Band. 2. Heft. 1890, S. 214.

men der Wahrnehmung Rechenschaft zu geben. Man begegnet bei den Menschen einer großen Verschiedenheit in dieser sowie in den verwickelteren Formen der Wahrnehmung. Um ein naheliegendes Beispiel anzugeben, erinnere ich an die Probe, die wohl Jeder schon an sich gemacht haben wird, wenn er mit einer andern Person gleichzeitig dieselbe Zeitung oder dieselbe Seite eines Buches gelesen hat.

Die Ermüdung übt einen großen Einfluß auf die Zeitdauer der Reaktion aus. Wiederholt man, ohne sich auszuruhen, solche Messungen, so wird nach und nach eine Verlängerung der Reaktionszeit herbeigeführt. Von 134 Tausendstel einer Sekunde, deren die meisten Personen bedürfen, um mit der Hand anzugeben, daß sie eine Berührung am Fuß bemerkten, kann man durch Ermüdung der Aufmerksamkeit bis zu 200 und 250 Tausendstel steigen.

Obersteiner*) hat bewiesen, daß die Geräusche und alle Nebeneindrücke, die zerstreuend auf uns einwirken, die Zeit der physiologischen Reaktion verlängern. Ein Beispiel wird genügen, um zu zeigen, um wie viel besser unser Gehirn in der Stille arbeitet. Obersteiner ließ in dem Zimmer, wo er mit der Uhr von Hipp die physiologische Zeit messen wollte, eine Orgel spielen. Wenn eine Person in der Stille 100 Tausendstel einer Sekunde brauchte, um mit der linken Hand ein Zeichen zu geben, daß die Rechte einen Reiz empfand, so genügte das Spielen der Orgel, damit die Zeit auf 140, wohl auch 144 Tausendstel einer Sekunde stieg. Diese Verzögerung trat ein trotz der gespanntesten Aufmerksamkeit, und kaum hörte die Musik auf, so kehrte die Zeit der physiologischen Reaktion wieder auf 100 Tausendstel zurück.

Der Physiolog Exner, welcher sich mit solchen Versuchen beschäftigte, hatte schon beobachtet, daß bei angespannter

---

*) Obersteiner, Experimental researches on attention. Brain I, pag. 439.

Aufmerksamkeit sich eine reichliche Schweißabsonderung erzeugt.*)

Mein Bruder stellte eine Reihe Untersuchungen an über den Einfluß, den das Cocaïn auf die Phänomene der Aufmerksamkeit ausübt. Es war schon bekannt, daß einige erregende Substanzen, wie Alkohol und Kaffee, die Zeit der latenten Reizung verkürzen. Mein Bruder fand, daß auch Cocaïn diese Wirkung hervorbringt.**) Nimmt man fünf bis zehn Gramm Cocaïn, so entsteht nach ungefähr einer halben Stunde ein Gefühl der Erregung und des Wohlbefindens, das etwa eine Stunde anhält. In dieser Zeit reagirt man mit größerer Geschwindigkeit auf die äußeren Reize und die Auffassung ist schneller. Aus derartigen Versuchen haben wir uns überzeugen können, daß die Müdigkeit nicht verschwindet, und daß in dem Maße, als ein Mensch sich ermüdete, die Zeit der physiologischen Reaktion verlängert wurde, und daß wenige Minuten des Ausruhens genügten, um mittelst eines elektrischen Schlages auf die Hand oder den Fuß, wodurch die Aufmerksamkeit geweckt wurde, ein rascheres Reagiren zu veranlassen.

Fechner hatte schon bemerkt, daß unsere Aufmerksamkeit nicht von dem besseren Funktioniren unserer Sinne abhängt. Wie wir schon sagten, wird das Auge nicht empfindlicher durch die Aufmerksamkeit; die Gegenstände erscheinen uns nicht klarer, noch auch sind die nachfolgenden Bilder, welche ein Ergebniß der Empfindung sind, andauernder. Wie Fechner sagt, wirkt die Aufmerksamkeit auf jene Theile des Gehirnes ein, wo die Sinneneindrücke schon bis zu einem gewissen Grade psychisch verarbeitet sind.

---

*) S. Exner, Hermann's Handbuch der Physiologie. II. Band, II. Theil, S. 288.

**) Ugolino Mosso, Ueber die phisiolog. Wirkung des Cocaïns. Pflüger's Arch. Bd. 47, 1890 S. 553.

X.

In den ältesten philosophischen und medicinischen Büchern, in den Werken von Aristoteles und Galenus ist schon die Rede von den Verschiedenheiten zwischen dem Geist der einzelnen Völker; und wir hören noch heute beständig wiederholen, daß bei den Südländern das Gefühl für Musik und Farbe reger ist, daß ihre Phantasie glühender, die Beweglichkeit ihrer Muskeln größer und ihr Nervensystem leichter erregbar ist. Die Civilisation zielt darauf hin, diese Unterschiede zwischen den Völkerstämmen des Nordens und Südens auszulöschen, weil sie einen Komplex von Ursachen und Wirkungen darstellt, unter denen der Wohlstand nicht die letzte ist. In unserer Zeit hört man nicht mehr, daß die Nordländer die Bewohner des Südens um den Ruhm, den diese in der Poesie, Musik und bildenden Kunst haben, beneiden.

Der Unterschied zwischen den Völkern des Südens und denen des Nordens ist indessen immer noch so groß, daß in den meisten Fällen der Geist eines Franzosen mit dem eines Deutschen, das Naturell eines Italieners mit dem eines Engländers nicht zu verwechseln sind.

Professor Gaule sagt in einer seiner kürzlich erschienenen Schriften, die „Physiologie als erziehende Wissenschaft“*): „Erkennen Sie nicht den Landmann in einer für Sie sehr unangenehmen Weise im Gewühl sofort an der Art, wie er breit, ohne Rücksicht auf Sie, einhergeht, wie er Sie stößt? Alle unsere Fremden beklagen sich darüber, und rühmen uns den Charakter des italienischen Volkes, das auch im dichtesten

*) J. Gaule, Von der Physiologie als erziehender Wissenschaft. Schweizer Pädagogische Zeitschrift. Heft 1. 1891.

Gewühl Niemanden stoße. Glauben Sie ja nicht, daß das aus Unfreundlichkeit, aus Härte des Charakters geschieht; das Volk ist hier so gutartig wie irgend wo. Es weicht nicht aus, weil es nicht kann. Sein Gehirn arbeitet nicht schnell genug, um für jede der neuen, in seinem Gesichtskreis auftauchenden Gestalten seinen Muskeln die richtigen Befehle zu geben. Es kann nicht schnell seine Richtung ändern; der Italiener, der nicht mehr weiß, nein, der viel weniger unterrichtet ist, aber kann es. Warum denn? Weil hier bei uns große Städte mit ihrem Menschengewühl ein Produkt der neuesten Zeit sind, weil das Volk hereinkommt aus den Weiten des Hügel- und Berglandes, in dem die Menschen sich nicht im Raume drängen und stoßen. Der Italiener aber ist der Erbe einer vieltausendjährigen Kultur, die sich in den Städten vollzog, er besitzt die Nerven seiner Vorfahren, er ist dem raschen Wechsel gewachsen, weil seine Nerven rasch arbeiten."

Ich bin überzeugt, daß mein Freund Gaule recht hat. Wenn es noch eines anderen Beweises bedürfte, so würde ich ihn an die Fechtkunst als an eine der charakteristischen Künste erinnern, in welchen die Italiener und Franzosen bis heute alle andern Völker übertreffen. Gerade beim Fechten ist die angestrengteste Aufmerksamkeit vonnöthen, weil durch sie die Zeit der physiologischen Reaktion auf ein Minimum beschränkt wird; außerdem ist eine möglichst große Schnelligkeit der Auffassung, Entschlossenheit und die höchste Gewandtheit der Muskeln dazu nöthig, weil der geschickteste Fechter der schnellste ist. Es ist in der That bemerkenswerth, daß die Deutschen und Engländer, die uns doch in so vielen wichtigeren Dingen übertreffen, mit den geschicktesten Fechtern des lateinischen Volksstammes nicht in Wettbewerb treten können.

Neuntes Kapitel.

Die geistige Anstrengung.

I.

Welches die Natur des Gedankens sei, wissen wir nicht, und es würde das Beste sein, gar nicht davon zu sprechen, aber wie Du Bois-Reymond bemerkt, „ist die Physiologie wohl die einzige Naturwissenschaft, in der man gezwungen ist, auch von dem zu reden, wovon man nichts weiß." Und dies darf uns nicht in Erstaunen setzen. Wir sprechen in der physiologischen Schule von vielen Organen, deren Funktionen uns unbekannt sind, z. B. von der Milz, der Thymus, der Schilddrüse, den Nebennieren und vielen anderen Dingen, von denen wir nichts Positives zu sagen vermögen; wir begnügen uns, den Zuhörern mitzutheilen, daß man der vollen Wahrheit noch nicht auf den Grund gekommen ist, und daß wir uns nur erst auf dem Wege befinden, sie zu ergründen.

So sind wir überzeugt, daß sich zur Erzeugung eines Gedankens, einer Empfindung, einer Gemüthsbewegung eine Umsetzung der Energie vollziehen muß; wir können aber noch nicht den greifbaren Beweis dafür erbringen. Der erste Schritt zur Ergründung des unsichtbaren Zusammenhanges ist die Aufstellung eines Postulats.

Bei dem Gedanken kommt als Grundelement das Gedächtniß in Betracht, und dieses hat sicher eine materielle Basis,

ein physisches Substrat in den Gehirnzellen. Bis jetzt kennen wir den Mechanismus nicht, durch welchen die Außendinge mittelst der Nerven eine Spur im Gehirne zurücklassen können; daß aber die Beziehungen zur Außenwelt eine centrale, organische Veränderung hervorbringen, sehen wir an der Art, mit welcher sich der Eindruck stärker oder schwächer ergiebt, gemäß der Intensität des Reizes und der physiologischen oder pathologischen Beschaffenheit des Gehirnes.

Die verschiedenen Methoden, eine Sache dem Gedächtniß einzuprägen, das laute Wiederholen und Aufsagen eines Satzes (wie wir es als Kinder beim Lernen der Aufgaben machten), lassen uns an den Mechanismus des Druckens denken, wie er in manchen Industriezweigen angewandt wird. Auch bei Herstellung eines Aquarellbildes wird in derselben Weise verfahren. Gewisse Bilder scheinen in das Gedächtniß mit flüchtigen Farben, die leicht verbleichen und verlöschen, eingetragen zu sein, und es ist nöthig, sie zuweilen aufzufrischen, damit sie nicht ganz verschwinden.

Die Fortdauer der Erinnerungen, der Nachhall, den wir fortwährend davon empfinden, die Schwingungen und chemischen Processe, die durch die Reize der Außenwelt im Gehirn erweckt werden, die anhaltende, niemals unterbrochene Erinnerung, welche die psychischen Zustände und Erregungen in den Gehirnzellen zurücklassen, ist dasjenige, was unsere Identität, die stoffliche Grundlage unseres „Ich" ausmacht, über welches die Philosophen so viel diskutirt haben. Die Fähigkeit der Nervenzellen, die Eindrücke festzuhalten, ist eine ihrer charakteristischsten Eigenthümlichkeiten. Ich kann verstehen, daß eine Pflanze keine Erinnerung hat, aber sobald ich an ein Thier denke, das sich bewegt, an einen Organismus, der nicht nur ein Automat ist; wenn ich sehe, daß er sich seiner Umgebung anpassen kann, daß er verwickelte, mit Nachdenken ausgeführte Bewegungen macht: so muß ich annehmen, daß

sich in seinem Gehirne Zellen vorfinden, in welchen sich die Erinnerung in ihrer elementarsten Gestalt zeigt. Und allmählich steigert sich die Fähigkeit, die Eindrücke festzuhalten und danach die Bewegungen zu verändern. Wir sehen den Instinkt, die Verknüpfung der Erinnerungen, die Erziehung sich immer vollkommener in der aufsteigenden zoologischen Reihenfolge darstellen. Aber die Natur des Vorganges ist immer dieselbe; durch Vermehrung der Zellen hat das Gedächtniß nur an Quantität zugenommen, die Qualität bleibt immer dieselbe. Und diese wunderbare Kraft, welche die in den Windungen des Gehirnes befindlichen Zellen besitzen, die Eindrücke, die Gemüthsbewegungen, die ihr Gleichgewicht störten, wie mit einer geheimnißvollen Phosphorescenz in der Nacht des „Ich" wiederaufleben zu lassen, ist der Ursprung, die Grundlage und die Hauptbedingung des Bewußtseins.

Neben der uns innewohnenden Fähigkeit, die außer uns liegenden Dinge zu sehen und zu fühlen, haben wir noch die andere, uns der Eindrücke bewußt zu werden, welche die Außenwelt in unserm Gehirne hinterläßt. Das Bewußtsein, sagt Wundt*), ist die Summe aller gegenwärtigen, gleichzeitigen und aktiven Vorstellungen. Es ist nicht ein wunderbares, durchsichtiges Gefäß, welches die Bilder des Gedächtnisses und der Phantasie enthält, sondern es sind eben diese fortwährend wieder auftauchenden Bilder selbst, was wir Bewußtsein nennen; es ist der Inhalt und nicht, was diesem als Gefäß dient, das den Eindruck unseres Ich in uns zurückläßt.

*) Das obige Werk S. 230.

II.

Das Bild ist in seiner Natur mit der Empfindung eins. Es ist ein Wiederhall, ein Abbild, ein Phantasiebild, das nicht von außen beeinflußt, sondern aus eigenem Antrieb wieder auftaucht. Es ist ein Wiederaufleben in derselben Intensität und Genauigkeit, mit der Persistenz der ursprünglichen Eindrücke, es kann sich zersplittern, sich mit andern Erinnerungen neu verbinden, oder sich verwirren und wieder derart Gestalt gewinnen, daß daraus gewissermaßen ein neues Abbild der Wirklichkeit entsteht. Was wir Phantasie und Lebhaftigkeit des Geistes nennen, ist die uns innewohnende Fähigkeit, aufs Schnellste alle die einfachsten wie die verwickeltsten Empfindungen, alle Vorstellungen, Gemüthsbewegungen und jene psychischen Zustände wiederaufleben zu lassen, welche, nachdem sie eine Spur im Gehirne zurückgelassen hatten, wie schlafend oder halbverlöscht darin zurückgeblieben waren.

Wir haben viele Thatsachen, welche uns den Beweis liefern, daß dies Wiederaufleben der Bilder in denselben Nervenelementen stattfindet, auf welche zuerst die äußeren Eindrücke einwirkten. Betrachten wir eine kitzelige Person in dem Augenblick, wo wir Miene machen, sie zu berühren, so sehen wir sie eine abwehrende Haltung annehmen, gerade als ob durch die bloße Vorstellung alle jene Erscheinungen wirklich in ihr hervorgerufen würden, welche den Kitzel begleiten.

Montaigne hat ein interessantes Kapitel über die Macht der Einbildungskraft geschrieben, er sagt darin:*)

„Nous tressuons, nous tremblons, nous paslissons, et rougissons, aux secousses de nos imaginations; et renversez

*) Montaigne, Essais, pag. 45.

dans la plume, sentons notre corps agité à leur bransle, quelquesfois jusques à en expirer: et la jeunesse bouillante s'échauffe si avant en son harnois, toute endormie, qu'elle assouvit en songe ses amoureux desirs.“

In der Phantasie wendet sich unser geistiges Auge nach innen und betrachtet die Eindrücke, welche vergangene Bilder und Stimmungen im Gedächtniß zurückließen. Wir nennen Diejenigen Dichter und Künstler, welche am besten diese Bilder zu sehen vermögen. Manchen Personen fehlt dieses innere Gesicht fast gänzlich, andere dagegen sind sehr geschickt, die Erinnerung an frühere Vorkommnisse zu erwecken und zu studiren.

Ein großer Vorrath an Bildern, Erinnerungen und Gedanken würde wenig praktischen Nutzen bringen, wenn wir nicht zugleich die Fähigkeit besäßen, eine Auswahl zwischen ihnen zu treffen, sie uns zu nähern und zu ordnen. In welcher Weise jedoch diese Wahl vor sich gehe, ist schwer zu sagen. Dies ist einer der Punkte, für deren Erklärung die Physiologen noch wenig gethan haben.

Wir haben gewiß Alle schon bemerkt, daß die Erinnerungsbilder sich zuweilen unabhängig von unserm Willen, ja gegen denselben einstellen, so daß wir ihnen gegenüber völlig machtlos sind; in andern Fällen wecken wir selbst die Gedanken und bringen sie durch die Seelenarbeit untereinander in Verbindung.

Münsterberg*) sagt: „Es wäre ja möglich, daß die passive und die aktive Vorstellungsproduktion gleichermaßen physisch bedingte Associationen sind, die theoretisch gar nicht verschieden sind und deshalb verschieden erscheinen, weil das eine Mal dem Vorgang ein Empfindungskomplex beigemischt ist, den

*) H. Münsterberg, Beiträge zur experimentellen Psychologie. Heft 1, S. 67 u. 72.

wir Willensgefühl nennen, während er das andere Mal fehlt; dieser Empfindungskomplex könnte ja aber selbst eine physisch bedingte passive Association sein, deren Einfluß von dem Einfluß sonstiger Associationen vielleicht nicht verschieden ist."

Dies Problem kann nicht direkt gelöst werden. Aus den Untersuchungen, welche Prof. Münsterberg, um eine Lösung auf indirektem Wege zu erzielen, anstellte, ergab sich Folgendes.

„Es giebt nicht eine Grenze zwischen psychophysischen und blos physischen Processen; die komplicirteren Wahlbewegungen sind eben auch lediglich Gehirnreflexe, deren psychische Begleiterscheinungen für den Vorgang selbst ohne Einfluß sind. Der Proceß liefe dann genau so ab, wenn seine Zwischenglieder uns nicht bewußt werden; alles was uns dabei bewußt wird, wäre mithin nur passiv erlebte Empfindung und Empfindungsreproduktion, die unser Bewußtsein wahrnimmt, ohne in ihre Reihenfolge einzugreifen." Alles dies ist wahr, aber wir müssen offen eingestehen, daß hier noch eine große Lücke ist, welche die moderne Physiologie nicht auszufüllen vermag.

Wer aufmerksam auf Das achtet, was während des Denkens in seinem Innern vorgeht, wird bemerkt haben, daß er nicht allein dem Auftauchen von Bildern auf dem Gebiete des Bewußtseins beiwohnt, sondern daß er auch im Stande ist, dieselben zu gruppiren; daß er neue Ideen wecken, wieder andere entfernen kann, und daß er sie alle logisch zu ordnen vermag. Die Leichtigkeit, mit welcher wir eine Scene heraufbeschwören, sie verschwinden lassen, und wieder eine neue an ihre Stelle setzen können, ist das, was sich in dem Getriebe unserer Gehirnfunktionen am schwersten erklären läßt. Und merkwürdiger noch ist die uns innewohnende Macht, diese ganze Aufführung zu Zeiten unterbrechen, und einen Stillstand von einigen Minuten herbeiführen zu können. Wie diese Veränderungen zu erklären sind, davon haben wir bis jetzt nicht die leiseste Idee.

Wir halten uns für die Herren unseres „Ich" und unserer Entschließungen, weil wir die uns unbewußten psychischen Phänomene nicht kennen, welche unserm Gedanken vorausgehen und ihn bestimmen. Sobald wir fühlen, daß die Fähigkeit in uns aufhört, zwischen den verschiedenen Ideen, die in unserer Seele auftauchen zu wählen; sobald wir uns nicht mehr des Vorstellungsprocesses bewußt sind, der uns zu einem psychischen Ergebniß führt; sobald eine Idee über die anderen Herr wird, und länger als gewöhnlich Besitz von uns nimmt, so daß wir uns lange Zeit ohnmächtig und passiv ihr gegenüber fühlen, — so sind wir geisteskrank.

III.

Zum Beweis, welch' ein großer Reichthum der Sprache sich durch den innigen Verkehr mit der Natur bei den Völkern entwickelt, erzählt Alexander v. Humboldt, daß die Araber zwanzig verschiedene Worte haben, um die Wüste zu bezeichnen.

Wir haben nur ein einziges Wort, um die Ermüdung auszudrücken. Der Grund für diese Verschiedenheit ist leicht zu verstehen. Die Wüste kann eben, wellig, bergig, bedeckt mit Sand, Kieseln oder Felsen sein, sie kann trocken oder sumpfig, ganz kahl oder mit Weideplätzen durchzogen sein, und in dem einen Wort können wir den Begriff der Wüste mit den verschiedensten Naturattributen verknüpfen; aber die Ermüdung ist ein innerlicher Naturvorgang, der keine charakteristischen Zeichen, keine genügenden Reliefs bietet, wodurch sich die Verschiedenheiten seines Gepräges ausdrücken ließen.

---

*) A. v. Humboldt, Ansichten der Natur. Das nächtliche Thierleben im Urwalde.

Wenn Jemand von Ermüdung, Wollust, Hunger, Durst spricht, so wissen wir Alle, was darunter zu verstehen ist, auch das Mehr oder Weniger läßt sich durch Adjektive angeben, aber wir können die Genauigkeit dieser Ausdrücke nicht vergleichen mit der unendlich viel größeren Bestimmtheit, welche der Anblick der Wüste in uns zurückläßt. Das, was uns fehlt, wenn wir von unseren inneren Gefühlen sprechen, ist das Gewicht und das Maß; es sind die Schattirungen und Steigerungen, die wir nicht ausdrücken können, es sind die kleinen Unterschiede, die wir nicht nach ihrem richtigen Werth abschätzen können. Und mehr als alles, wir können nicht den Ausdruck für diese Erscheinungen abtrennen von unserem „Ich“, um sie mit jenen Erscheinungen zu vergleichen, welche die Andern empfinden, ohne in die größte Unklarheit zu verfallen.

Bei der Muskelermüdung fühlen wir, wenn die Anstrengung gering war, eine gewisse Schwere in den Gliedern. War die Ermüdung übermäßig, so haben wir eine unangenehme, schmerzliche Empfindung, welche mehrere Tage anhält. Das Bedürfniß des Ausruhens nach einer Gehirnarbeit, die Abspannung, welche wir nach einer heftigen Gemüthserregung oder einem tiefen Schmerz empfinden, ist etwas viel Unbestimmteres und Unbeschreiblicheres, als es der örtliche Schmerz ist, den die Muskelermüdung hervorbringt.

Eine bedeutende Verwickelung entsteht auch daraus, daß die nervöse Ermüdung nicht auf alle Menschen in derselben Weise einwirkt, so daß wir demgemäß nie sicher sein können, wenn wir mit Jemandem von unseren inneren Empfindungen reden, ob dieser sie auch in derselben Weise fühlt. Der Schmerz oder die Freude, welche ich mit einer anderen Person aus ein und demselben Grunde empfinde, kann ich in uns Beiden von gleicher Intensität voraussetzen, aber ich habe keinen Beweis dafür. So können wir auch die geistige Ermüdung nicht nach

dem beurtheilen, wieviel Andere arbeiten können, sondern nur nach dem, wieviel wir selbst arbeiten können, ohne zu ermüden; es ist wie mit dem Wasser, welches wir zum Bade nehmen, das dem Einen kalt, dem Andern warm zu sein scheint.

Von den inneren Organen haben wir keine Empfindung. Es kommt oft vor, daß selbst unterrichtete Leute nicht wissen, wie die Eingeweide in der Höhlung des Unterleibes und Brustkorbes liegen. Dies darf uns nicht Wunder nehmen, weil bis zu dem Punkte, wo eine Entzündung der inneren Organe eintritt, die Nerven nicht den Grad von Empfindlichkeit erreichen, der nöthig ist, um die Nervencentren zu reizen. Der Magen, die Gedärme (ausgenommen den untersten Theil des Mastdarmes) und die Gebärmutter sind vollkommen unempfindlich gegen die Temperatur; man kann sie brennen, schneiden, ohne daß wir es fühlen. Ebenso ist es mit dem Gehirne. Schon Galen hatte beobachtet, daß die Gehirnmasse berührt werden kann, ohne Schmerz zu verursachen. Aus den zahlreichen an Thieren vorgenommenen Beobachtungen wissen wir ganz sicher, daß man vom Gehirn Stück für Stück abtrennen kann, ohne daß dem Thiere der geringste Schmerz erwächst.

Die Chirurgie, welche in dieser letzten Zeit einen großen Aufschwung genommen, hat dargethan, daß auch das menschliche Gehirn gänzlich gefühllos ist. Wir können die Leber zerschneiden, die Muskeln, Milz und Nieren verwunden, ohne daß der Mensch es fühlt. Die sensiblen Nerven, die, gereizt, Schmerz verursachen, liegen hauptsächlich in der Haut, und unsere Empfindlichkeit ist dahin gerichtet, uns gegen die auf uns einwirkenden Kräfte der Außenwelt zu vertheidigen, uns angenehme oder schmerzliche Erregungen, wie sie zu unserer Erhaltung dienlich sind, zu verschaffen.

Unsere Unfähigkeit, innere Empfindungen zu beurtheilen, wird augenscheinlich in solchen Fällen, wo sich der Unterschied langsam vollzieht, wie z. B. im Fieber. Tauchen wir einen Finger oder eine Hand in warmes Wasser, dessen Temperatur zwischen 33° und 37° schwankt, so können wir bis auf ein Fünftel Grad den Unterschied wahrnehmen. Steigt dagegen der Temperaturunterschied nach und nach, so merken wir nicht einmal den Unterschied von anderthalb oder zwei Grad, wie es beim Fieber der Fall ist, wo wir, ohne uns des Thermometers zu bedienen, nicht mit Genauigkeit die Höhe der inneren Temperatur beurtheilen können. Oft sagen wir, daß uns friert, während doch unsere innere Temperatur die normale Höhe übersteigt.

Einige sehr schwere, ansteckende Krankheiten, die unvermeidlich den Tod herbeizuführen im Stande sind, haben ein Stadium der Inkubation, das vollständig unbemerkt für das Opfer vorübergeht; so wie gewisse geschmacklose Gifte, die unbemerkt in den Körper übergehen können und ohne Schmerz zu verursachen den Tod herbeiführen.

Eine der wunderbarsten Erscheinungen, die sich beim Studium einiger Gifte ergeben, ist die winzige, fast unwägbare Dosis, durch welche einige Stoffe das Leben der Nervenzellen verändern, das Bewußtsein und die Empfindungsfähigkeit rauben und tödten.

Die Ermüdung, die wir auch als eine Vergiftung auffassen müssen, kann die Zusammensetzung des Blutes und die Lebensbedingungen verändern, ohne daß wir es bemerken; höchstens zeigt uns ein dunkles Gefühl der Erschöpfung die Veränderung an.

Es ist eine Zufälligkeit (wenn ich mich so ausdrücken darf), daß der Mensch zu einem solchen Grade der Kultur fortgeschritten ist, daß er sich selbst studiren und die Vorgänge in seinem Innern einer Prüfung unterziehen kann. Dies ist

ein Luxus, den sich die civilisirten Völker gestatten dürfen, denn der ursprüngliche Mensch war wie die Thiere dazu bestimmt, einfach um sein Leben zu kämpfen; sein ganzer Bau entspricht auch diesem Zwecke: damit er nur einzig das, was außer ihm vorgeht, mit Sicherheit beurtheile. Dies war nöthig, und hierzu gelangten auch alle Thiere im Kampfe ums Dasein. Wir müssen uns demnach nicht verwundern, wenn die psychischen Erscheinungen weniger zum Studium geeignet sind, wenn die subjektiven Vorgänge uns entgehen, und das Wort matt und unvollkommen wird, sobald wir ein Gefühl auszudrücken und zu messen versuchen. Es ist eine Wohlthat für uns, daß wir innerlich wenig empfindlich sind, weil so unser Organismus, ganz von dem Kampf mit der äußeren Welt in Anspruch genommen, während seiner Thätigkeit das Nervensystem wenig belästigt.

IV.

Durch welche Merkmale sich die Ermüdung des Gehirnes kundgiebt, ist schwer mit Genauigkeit anzugeben, weil sich hierbei unter den Menschen eine große Verschiedenheit zeigt, und weil die Organe der verschiedenen Personen mehr oder weniger den schädlichen Einflüssen widerstehen. Ich werde dies durch ein Beispiel erläutern. Wenn sich mehrere Menschen unter denselben Umständen derselben niedrigen Temperatur aussetzen, kann es vorkommen (der Leser erschrecke nicht, wenn ich den Fall verschlimmere), daß der Eine Lungenentzündung, der Zweite Starrkrampf, ein Dritter Gesichtslähmung, ein Vierter Rheumatismus, ein Fünfter Darmentzündung, ein Sechster eine einfache Erkältung, ein Siebenter eine Hautkrankheit und alle Uebrigen nichts davontragen. So ist es mit der geistigen Ermüdung auch.

Die Alten ordneten die zwischen den Menschen existirenden Verschiedenheiten unter vier Benennungen ein, die sie als die Temperamente bezeichneten. Die Grundlage dieser Klassifikation fußte auf physiologischen Begriffen, die sich in der Folge als ganz falsch erwiesen. Die Verschiedenheit zwischen den Menschen besteht indessen immer noch, wenngleich wir uns über ihre Natur und Ursache keine Rechenschaft geben können. Das Wesen der Gemüthsart hängt nicht von der Galle, dem Blute und dem Phlegma ab, wie Hyppokrates glaubte, sondern in erster Linie vom Nervensystem. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die sogenannten nervösen Personen, bei denen sich die Phänomene der Ermüdung leicht einstellen, mit einem Nervensystem geboren sind, welches zu klein ist im Verhältniß zu den anderen Theilen des Körpers, dem es dienen soll. Bei diesen Personen könnte man eine unvollständige Entwicklung oder gehemmte Bildung des Nervensystems annehmen, wodurch es einige Merkmale des Kindheitsalters beibehält.

Unglücklicherweise fehlt es an einem vergleichenden Studium zwischen dem Gewicht des Gehirnes, des Rückenmarkes und der Nerven im Gegensatz zum Gewichte der Muskeln bei verschiedenen Menschen, deren Psychologie und geistige Fähigkeiten wohlbekannt sind. Auch hat man noch kaum begonnen, einen Vergleich zwischen dem gebildeten und wilden Menschen in dieser Richtung anzustellen. Das anthropologische und ethnographische Material, das bis jetzt gesammelt wurde, ist noch nicht genügend für ein physiologisches Studium.

Wir sehen täglich, daß Menschen, die wunderbar stark und gesund zu sein scheinen, sehr schwach sind, was die Funktionen ihres Nervensystems betrifft, so daß sie der Fähigkeit und Widerstandskraft zur intellektuellen Arbeit ermangeln. Andere, wie z. B. Virgil, Pascal, Vico, Leopardi, Heine, Darwin, um einige der Größten zu nennen, welche von der Natur

in physischer Hinsicht wenig begünstigt schienen, thaten Wunder, was die Macht des Gehirnes anbelangt.

Denken wir an das Menschengehirn, so müssen wir uns vergegenwärtigen, daß auf der höchsten Stufe der Leiter die großen Gehirne der berühmten Denker: Cuvier, Volta, Petrarca, Schiller, Byron, welche ein Gewicht von 1860 bis zu 1600 Gramm repräsentirten, stehen. Auf der niedrigsten Stufe finden wir die Gehirne der Mikrocephalen, wie z. B. die von Professor C. Giacomini*) beschriebenen, welche nur 170 bis 966 Gramm wiegen.

Dante hatte ein Gehirn, welches das Durchschnittsgewicht des Menschengehirnes nicht erreichte, und das Gehirn Gambetta's wog nur 1180 Gramm, d. i. etwa 140 Gramm unter dem Durchschnittsgewicht des Frauengehirnes. Dies beweist, ohne daß andere Kommentare nöthig wären, daß außer den groben Unterschieden im Gewicht des Gehirnes auch noch feinere Differenzen im Bau der Nervenzellen von Bedeutung sein müssen. Die anatomischen und chemischen Verschiedenheiten, die wir gegenwärtig zu erkennen im Stande sind, stellen sich freilich als zu geringfügig heraus, um den Unterschied der Leistungsfähigkeit zu verstehen.

V.

Haller**) hat in seiner großen Physiologie die Wirkungen des Studiums mit denen der Liebe verglichen, welche den Blutumlauf anregt und schweißfördernd wirkt. Buffon, welcher zwölf Stunden anhaltend arbeitete, bemerkt, daß Hitze und Röthe ihm das Eintreten der Ermüdung anzeigen.

---

*) Giacomini, Archives italiennes de Biologie. Vol. XV, 1891.

**) Haller, Elementa Physiologiae corporis humani. Tomus V, pag. 582.

Ich sprach schon in meinem Buche „Ueber die Furcht" von den Veränderungen, welche im Herzen und in den Blutgefäßen durch die intellektuelle Arbeit bewirkt werden; ich will hier nur daran erinnern, daß bei der Gehirnermüdung der Puls klein und der Kopf heiß werden, daß die Augen mit Blut unterlaufen, die Füße kalt werden und daß bei manchen Menschen Ohrensausen eintritt.

Diese Erscheinungen hängen von der Zusammenziehung der Blutgefäße ab, durch welche der Druck des Blutes und seine Vertheilung auf die verschiedenen Organe geregelt wird. Die größere Spannung tritt auch in anderen Organen ein, welche wie z. B. die Blase, Muskeln mit glatten Fasern besitzen. Daher das häufigere Bedürfniß, Urin zu lassen, das wir beim Studiren empfinden, nicht aber wenn wir uns zerstreuen und in der Stadt oder draußen spazieren gehen. Diese und andere Erscheinungen, wie z. B. die kalten Beine und der heiße Kopf, haben alle dieselbe Ursache, sie stammen von der Kontraktion der Blutgefäße auf der Oberfläche des Körpers her, wodurch ein reichlicherer Blutandrang zum Gehirn hervorgebracht wird.

Es war Dr. E. Gley,*) welcher bei Gelegenheit seines Studiums über die Wirkung, welche die Geistesarbeit auf die innere Temperatur des Körpers ausübt, beobachtete, daß sich, sobald wir uns zum Schreiben oder Lesen an den Schreibtisch setzen, ein Fallen der Temperatur einstellt, was auf Rechnung der Unbeweglichkeit zu setzen ist: dies Phänomen ist indessen vorübergehender Natur, und nach und nach, falls die Arbeit des Gehirnes eine anstrengende ist, steigt die Körpertemperatur über die normale Höhe.

Ein viel schwerwiegenderes Phänomen ist das Herzklopfen. Zwei meiner, der medicinischen Fakultät angehörende Kollegen

*) Société de Biologie, 26 avril 1884.

(die außerdem völlig gesund sind) erzählten mir, daß sie auf dem Lande während der Ferienzeit niemals an Herzklopfen leiden, daß sie aber, kaum in die Stadt zurückgekehrt, nach Wiederaufnahme ihrer Arbeiten zuweilen demselben unterworfen wären, besonders im Anfang des Winters. Beide Herren sind den ganzen Tag mit Untersuchungen im Laboratorium und mit Besorgung ihrer Praxis beschäftigt, wodurch sie sich tagsüber sehr anstrengen müssen; wenn sie sich dann am Abend an den Schreibtisch setzen, fühlen sie nach zwei oder drei Stunden ihr Herz heftiger schlagen, was sie nöthigt, aufzuhören. Wenn sie noch länger arbeiten wollen, nimmt das Unbehagen so zu, daß es sie verhindert, einzuschlafen.

Die Frage ist nun: Ist es in diesen Fällen das Herz, welches stärker schlägt, oder ist ihre Empfindlichkeit gesteigert? Es ist gleichzeitig das eine und das andere. Auch bei der Hysterie kann es vorkommen, daß, während die Stärke der Herzsystolen unverändert bleibt, dieselben stärker erscheinen, nur weil sie vorher unbemerkt sich vollzogen und später bemerkt werden.

Die übermäßige Gehirnarbeit bringt zuweilen eine Unregelmäßigkeit und größere Frequenz in den Herzschlägen hervor. Dies ist eine Erscheinung, die ich an mir selbst wahrnehme. Plötzlich kommt eine Angst, eine leichte Betäubung über uns, von denen wir nicht wissen, welcher Ursache sie entstammen. Der Athem ist frei, alle Sinne funktioniren gut, aber man merkt, daß im Innern eine plötzliche Veränderung vorgegangen ist. Wir fühlen den Puls und merken, daß das Herz schneller schlägt, so daß es schwer ist, die Pulsschläge zu zählen. Dies dauert wenig länger als eine halbe Minute; danach nehmen die Herzschläge wieder ab und werden langsamer als gewöhnlich, so daß kaum aller zwei Sekunden ein Schlag erfolgt. Diese Zeit der Reaktion, wo

der Puls so langsam geht, dauert bei mir etwa eine halbe Minute.

Bei Charles Darwin brachte das Uebermaß der Geistesarbeit leicht Schwindelanfälle hervor. Auch Moritz Schiff sah ich an vorübergehendem Kopfschwindel infolge anstrengender Gehirnarbeit leiden. Er diktirte mir Anhänge zur zweiten Auflage seiner Physiologie des Nervensystems. Während der Tageszeit pflegte er mit bewundernswerther Arbeitskraft und ausdauernder Aufmerksamkeit zu experimentiren. Am Abend diktirte er mir. Zuweilen kam es vor, daß, wenn er sich bückte, um ein Buch aus dem Bücherschrank zu nehmen, plötzlich dieser Schwindel sich einstellte. Zuweilen wiederholte sich der Anfall auch im Laboratorium, oder während er still saß. Sobald seine Arbeit beendet und sein Buch herausgegeben war, hörten diese Schwindelanfälle auf. Solche Erscheinungen werden denen nicht befremdlich erscheinen, die scharf mit dem Gehirn zu arbeiten pflegen.

VI.

Foscolo*) schrieb, während er seine Prolusion verfaßte, an einen seiner Freunde: „Ich arbeite so, daß ich weder essen, noch verdauen kann." Die schlechte Verdauung ist, wie wir später noch besser sehen werden, eines der gewöhnlichsten Leiden derer, welche ihren Geist übermäßig anstrengen, daß Tissot bemerkt: „l'homme qui pense le plus est celui qui digère le plus mal."

Die Beobachtungen, welche ich über gesunde Personen, von denen ich sicher weiß, daß sie scharf arbeiten, gesammelt habe, würden diese Behauptung nicht völlig bestätigen, weil

*) Foscolo, Lettere I, pag. 192.

darunter mehrere sich fanden, welche mir sagten, daß im Gegentheil ihr Appetit mit der geistigen Arbeit zunehme, falls sie dieselbe nicht übertrieben.

Moleschott sagt in seinem Buche über die Nahrungsmittel:*)

„Man vergleicht gewöhnlich den Künstler oder den Gelehrten, statt sie mit ruhig lebenden, empfindungsträgen und denkfaulen Menschen zu vergleichen, mit körperlich angestrengten Handwerkern. Dabei vergißt man nur zu leicht, daß beim verständigen Handwerker die Thätigkeit des Hirns nicht fehlt, während bei den meisten Künstlern und Gelehrten der durch geistige Anstrengung angeregte Stoffwechsel durch die sitzende Lebensart wieder gemäßigt wird. Trotzdem stellen sich als Folgen geistiger Anstrengung vermehrte Ausscheidung der Harnsalze, Steigerung der Körperwärme und erhöhtes Nahrungsbedürfniß ein.

„Es ist doch Jedermann bekannt, daß Künstler und Gelehrte trotz allem Sitzen nur in höchst vereinzelten Ausnahmen an Fettsucht leiden.“

Dieselbe Unterscheidung, die wir für den Appetit aufstellten, muß auch für den Schlaf gelten, d. h. eine mäßige Beschäftigung, die uns anstrengt, ohne uns zu ermüden, macht uns schläfrig. Die Ueberanstrengung des Gehirnes dagegen bringt Schlaflosigkeit hervor.

Wenn wir nach einem Tag angestrengter Arbeit uns Abends an den Schreibtisch setzen, so bemerken wir, daß unsere Gedanken ungeordnet sind, daß wir widerwillig arbeiten, daß auch das Gedächtniß uns den Dienst versagt.

Einer meiner Freunde, ein Dichter, erzählte mir, daß er, falls er sich Abends, wenn er müde sei, zum Schreiben anschicke, nicht mehr die Reime finden könne.

---

*) Jac. Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, 1858, S. 223.

Allen Menschen wird es zu Zeiten in gewisser Weise schwer, einen Gedankengang zu verfolgen; man fühlt eine gewisse Starrheit des Verstandes, eine gewisse Unsicherheit und ein unbestimmtes Gefühl, was uns die Ermüdung des Gehirnes ankündigt. Manche Schwierigkeiten, die uns am Morgen lächerlich erschienen wären, scheinen uns am Abend unbesiegbar. Wir verlieren jedes Vertrauen in unsere Geisteskraft und selbst den Willen fühlen wir schwach werden. Geschriebene und gedruckte Buchstaben tanzen uns vor den Augen, die Lider werden schwer, die Augen schmerzen, und wir hören unter Gähnen auf zu arbeiten.

Francis Galton stellte in einer sehr schätzenswerthen Schrift über die geistige Ermüdung*) Beobachtungen zusammen, aus denen hervorgeht, daß ermüdete Schüler nicht mehr gut orthographisch schreiben können, und daß sie Wörter beim Schreiben auslassen.

Bei der Ermüdung des Gehirnes sind Vorgänge zu beobachten, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit jenen haben, die sich in den Muskeln nach einem langen Marsche kundgeben. Wir haben Alle wohl schon jenen Schmerz in den Beinen gefühlt, der uns am Weitergehen verhindert, nachdem wir uns zum Ausruhen niedergesetzt hatten.

Dasselbe ist mit dem Gehirne der Fall, so daß es uns, wenn wir von einer langen Arbeit ermüdet sind, eine große Anstrengung kostet, dieselbe wieder aufzunehmen.

Einer meiner Freunde, welcher an einem Kursus über dramatische Dichtkunst theilnahm, erzählte mir, daß er oft, wenn er noch bis zu vorgerückter Stunde in der Nacht arbeiten müsse, bemerke, wie er durch die wachsende Schwierigkeit, die ihm das Englische verursache, müde werde, und daß

*) Francis Galton, Remarks on replies by Teachers to questions respecting mental fatigue. Journ. of the Antrop. Inst. November 1888.

er manchmal, nachdem er zur Erholung einige Seiten eines spanischen Schriftstellers überflogen, nicht im Stande sei, die Lektüre eines deutschen oder englischen Schriftstellers fortzusetzen.

Das Kopfweh, welches sich nach angestrengter Geistesarbeit einstellt, entspricht dem Schmerz, der sich in den Beinmuskeln nach einem langen Marsche fühlbar macht, oder der Steifheit und dem Unbehagen in den Armmuskeln nach einem ersten Ballspiel.

Wir werden später sehen, daß eine geringe Störung in der Bewegung der Lymphe oder im Blutumlauf genügt, die Unfähigkeit zum Denken hervorzurufen.

Bei mir gehen Schmerzen in den Augen der Gehirnermüdung voran, und ich kann nicht länger als vier oder fünf Tage anhaltend bei einer anstrengenden Geistesarbeit am Schreibtisch ausharren. Beim Schreiben dieses Buches habe ich wiederholt Gelegenheit gehabt, diese Probe zu machen. Solange die Kollegien im Gange sind, lassen die täglichen Vorlesungen und die Arbeiten im Laboratorium mit ihrer Abwechselung nicht zu, daß ich mir das Gehirn allzu sehr ermüde, weil ich höchst selten des Nachts arbeite. Wenn ich mich aber in einer Ferienwoche zehn oder zwölf Stunden einem eifrigen Studium anhaltend hingebe, muß ich nach drei oder vier Tagen einhalten. Am Abend des dritten oder vierten Tages leide ich an Kopfweh und fühle beim Gehen eine Unsicherheit in den Beinbewegungen, wenngleich die Muskeln sich so gut wie sonst zusammenziehen. Mein Appetit bleibt gleich gut. Ich habe einen heißen Kopf und fühle in verschiedenen Theilen meines Körpers ein leichtes Kribbeln sowie heiße und kalte, kaum merkbare flüchtige Schauer. In der Lendengegend fühle ich mich leicht ermüdet. Des Abends beim Schlafengehen dauert es eine halbe, auch zuweilen eine ganze Stunde, ehe ich einschlafe, was bei mir

viel sagen will. Ich schlafe schlecht und fahre im Traume auf. Beim Aufstehen am Morgen sind meine Augen geröthet und schleimig; ich fühle mich ermüdet; die Nachtruhe hat nicht genügt, mich herzustellen. An verschiedenen Stellen des Körpers schmerzen die Muskeln etwas. Die Hand ermattet leicht beim Schreiben und ich fühle immer eine gewisse Schwere im Kopfe. Dann schließe ich die Bücher, lege die Schreibereien bei Seite und nach vierundzwanzig Stunden der Ausspannung bin ich wieder hergestellt.

VII.

Wie das Auge durch das andauernde Betrachten der Farben ermüdet, wurde eingehend von Goethe studirt. Das Genie dieses unsterblichen Dichters tritt am augenscheinlichsten in der tiefen Kenntniß zu Tage, welche er von der Natur in ihren kleinsten Einzelheiten hatte. Goethe schrieb ein berühmtes morphologisches Werk über die Metamorphose der Pflanzen und veröffentlichte Denkschriften über vergleichende Anatomie. Italien, welches einen so großen Einfluß auf das innere Leben und die künstlerischen Eingebungen Goethe's ausübte, beeinflußte ihn auch in Bezug auf seine wissenschaftlichen Studien. Auf dem Strande des Lido in Venedig fand er zufällig den geborstenen Schädel eines Schafes. Durch die eingehende, aufmerksame Betrachtung dieses Schädels tauchte der Gedanke in ihm auf, daß ein solcher nichts anderes als nur eine Reihe umgestalteter Wirbelknochen sein könne.

Dieser von den Anatomen später angenommene Gedanke beweist die Intuitionskraft und den philosophischen Geist, welche aus diesem großen Dichter einen Vorläufer der Ideen Darwin's machten.

Sein fleißigstes Werk auf wissenschaftlichem Gebiete sind

die vier Bände über die Farbenlehre.*) Im dritten Bande dieses Werkes spricht er von dem Ursprung und den Gründen, die ihn zu diesem Studium bewogen.

„Jemehr ich nun durch Anschauung der Kunstwerke, in so fern sie mir im nördlichen Deutschland vor die Augen kamen, durch Unterredung mit Kennern und Reisenden, durch Lesen solcher Schriften, welche ein lange pedantisch begrabenes Alterthum einem geistigeren Anschauen entgegen zu heben versprachen, an Einsicht gewissermaßen zunahm, desto mehr fühlte ich das Bodenlose meiner Kenntnisse, und sah immer mehr ein, daß nur von einer Reise nach Italien etwas Befriedigendes zu hoffen sein möchte.

„Als ich endlich nach manchem Zaudern über die Alpen gelangt war, so empfand ich gar bald, bei dem Zudrang so vieler unendlichen Gegenstände, daß ich nicht gekommen sei, um Lücken auszufüllen und mich zu bereichern, sondern daß ich von Grund aus anfangen müsse, alles bisher Gewähnte wegzuwerfen und das Wahre in seinen einfachsten Elementen aufzusuchen . . . Von einem einzigen Punkte wußte ich mir nicht die mindeste Rechenschaft zu geben: es war das Kolorit."

Goethe war überzeugt, daß die Natur keine Geheimnisse und Wunder birgt, die sie nicht dennoch einem aufmerksamen Beobachter enthüllte, und machte sich mit der Begeisterung der Jugend daran, die schwierigsten Streitfragen der physiologischen Optik zu lösen. Ich führe hier einige Paragraphen aus Goethe's Farbenlehre an, indem ich jene Beobachtungen wähle, welche auf die Ermüdung der Augen direkten Bezug haben.

Wir Alle haben wohl schon erfahren, was geschieht, wenn wir in die Sonne sehen, oder im Dunkeln eine

---

*) Band III, Seite 286 und 287. Ausgabe von 1833.

brennende Kerze oder ein Streichholz fixiren und dann die Augen schließen. Wir werden dann bemerkt haben, daß wir das Bild vor den Augen behalten, in seinen natürlichen Farben und mit scharfem Rande, daß es aber bald an den Rändern purpurfarben wird.

„Es dauert eine Zeit lang, bis diese Purpurfarbe von außen herein den ganzen Kreis zudeckt und endlich den hellen Mittelpunkt völlig vertreibt. Kaum erscheint aber das ganze Rund purpurfarben, so fängt der Rand an, blau zu werden, das Blaue verdrängt nach und nach hereinwärts den Purpur. Ist die Erscheinung vollkommen blau, so wird der Rand dunkel und unfärbig."

Ich war im Zeughause von Turin zugegen, als man den ersten Hundertpfünder goß, und habe dem Oeffnen der Gießöfen beigewohnt, als die glühende Masse in die Formen eingelassen wurde. Meine Augen waren so geblendet, daß ich die Wirkung des grellen Lichtes noch während einer halben Stunde empfand und mit geschlossenen Augen fortwährend einen leuchtenden Fleck vor mir sah.

Goethe führt die Wirkung an, welche die Körperschwäche auf die Augen ausübt; er drückt sich hierüber folgendermaßen aus:

„Wer aus der Tageshelle in einen dämmerigen Ort übergeht, unterscheidet nichts in der ersten Zeit; nach und nach stellen sich die Augen zur Empfänglichkeit wieder her, starke früher als schwache, jene schon in einer Minute, wenn diese sieben bis acht Minuten brauchen."

Diese Beobachtung Goethe's über die längere Dauer, welche die Müdigkeitserscheinungen bei Schwachen haben, ist höchst wichtig für das uns vorliegende Studium. Nicht weniger wichtig sind seine Untersuchungen über die farbigen Bilder.*)

*) Obiges Werk, S. 34, 35, 36.

„Wie von den farblosen Bildern, so bleibt auch von den farbigen der Eindruck im Auge. Man halte ein kleines Stück lebhaft farbigen Papiers oder seidenen Zeuges vor eine mäßig erleuchtete weiße Tafel, schaue unverwandt auf die kleine farbige Fläche und hebe sie, ohne das Auge zu verrücken, nach einiger Zeit hinweg, so wird das Spektrum einer anderen Farbe auf der weißen Tafel zu sehen sein ....

So fordert Gelb das Violette, Orange das Blaue, Purpur das Grüne, und umgekehrt."

„Oefter als wir denken, kommen uns die hierher gehörigen Fälle im gemeinen Leben vor, ja der Aufmerksame sieht diese Erscheinungen überall, da sie hingegen von dem ununterrichteten Theil der Menschen, wie von unseren Vorfahren, als flüchtige Fehler angesehen werden, ja manchmal gar, als wären es Vorbedeutungen von Augenkrankheiten, sorgliches Nachdenken erregen. Einige bedeutende Fälle mögen hier Platz nehmen."

„Als ich gegen Abend in ein Wirthshaus eintrat und ein wohlgewachsenes Mädchen mit blendendweißem Gesicht, schwarzen Haaren und einem scharlachrothen Mieder zur mir ins Zimmer trat, blickte ich sie, die in einiger Entfernung von mir stand, in der Halbdämmerung scharf an. Indem sie sich nun darauf hinwegbewegte, sah ich auf der mir entgegenstehenden weißen Wand ein schwarzes Gesicht, mit einem hellen Schein umgeben, und die übrige Bekleidung der völlig deutlichen Figur erschien von einem schönen Meergrün."

VIII.

Bei manchen Kranken ist die Empfindlichkeit der Netzhaut größer als im normalen Zustande. Bei den Personen z. B., welche vom grünen Staar operirt worden sind, bleibt der

Eindruck der gesehenen Gegenstände noch länger zurück, nachdem der Gegenstand selbst dem Auge entrückt ist. Ich erinnere mich einer Dame, welche, während sie die Augen geschlossen hielt, mir sagte, daß sie einen Heuwagen, den sie kurz zuvor gesehen hatte, immer noch vor Augen hätte, und diese Erscheinung dauerte etwa eine Minute bei ihr.

Ein mir befreundeter Astronom sieht beständig, wenn er das Auge vom Teleskop entfernt hat, in der Finsterniß die Sterne, welche er beobachtet hat, und in der Nacht kommen sie glänzend auf seinem Gesichtsfeld wieder zur Erscheinung und hindern ihn am Einschlafen.

In einem Kapitel seiner Psychophysik*) beschäftigt sich Fechner damit, diese Nachbilder mit den Bildern der Erinnerung in Vergleich zu ziehen. Er bleibt bei der Thatsache stehen, daß schwache Personen lange Zeit das Bild eines gesehenen Gegenstandes vor Augen behalten können, derart, daß Nachbild und Erinnerungsbild in einander übergehen. Was die Nachbilder von den Phantasiebildern unterscheidet, ist nur das Bewußtsein von der Identität mit dem soeben Erschauten, von der Fortdauer der Erscheinung, deren Ursache wir kennen; während dagegen die Bilder der Erinnerung und der Phantasie lange Zeit, nachdem die Außendinge auf unsere Sinne einwirkten, mit dem Gefühl der Unmittelbarkeit aufsteigen und sich mit Associationen produciren, welche nicht von unserem Willen abhängig sind und sich verändern können.

Fechner deutet darauf hin, daß bei ihm die Gedächtniß- und Phantasiebilder stets unbestimmter, verwirrter und weniger faßbar sind, als die Nachbilder. Er war nicht im Stande, sich ein klares, genaues Bild irgend eines Dinges, selbst von denen, die er beständig sah, zu schaffen, und es gelang ihm

*) Obiges Werk, S. 469.

nicht, auch nur für kurze Zeit ein Erinnerungsbild in der Seele stetig festzuhalten. Es verschwand immer von selbst und er mußte es, um es länger zu betrachten, immer von Neuem erzeugen. Wörtlich schreibt Fechner S. 471: „Will ich es aber mit gleichgerichteter Intention oft hintereinander wieder erzeugen, so gelingt es bald gar nicht mehr, indem die Aufmerksamkeit oder Produktionsfähigkeit sich schnell abstumpft. Dies ist aber keine Abstumpfung der Erinnerungsthätigkeit überhaupt; denn ich bin nicht gehindert statt dessen ein anderes geläufiges Erinnerungsbild, so deutlich, als es mir überhaupt möglich ist, vorzustellen, und, wenn auch für dieses die Aufmerksamkeit oder Produktionsfähigkeit sich erschöpft hat, zum ersten Bilde zurückkehren, wo ich es wieder mit der anfänglichen Deutlichkeit produciren kann."

Beim inneren Schauen, das wir Erinnerung nennen, können in keinem Falle die Gegenstände in Beziehungen treten, die verschieden von denen des wirklichen Sehens sind. Und die Phantasie, wie schöpferisch sie auch in ihren Gebilden sein möge, kann nicht über die Grenzen der Erfahrung hinausgehen. So können wir uns beispielsweise nicht einen Menschen, gleichzeitig von vorn und hinten gesehen, vorstellen. Diese Beispiele mögen genügen, um anzudeuten, wie die im Nervensystem hervorgebrachten Veränderungen zugleich mit anderen ähnlichen Bildern sich während des Denkens wiedererzeugen, und daß sich in diesem phantastischen Wiederaufleben der Bilder der Verbrauch des Organismus erneut, wodurch uns die geistige Ermüdung fühlbar wird.

In vielen Personen bringt der einfache Gedanke an einen Schwamm oder an ein fest zwischen die geschlossenen Zähne geklemmtes Stück Tuch dasselbe Gefühl des Schauderns hervor, welches man bei dem wirklichen Vorgang empfindet. Das Kratzen mit den Nägeln auf der Schiefertafel oder auf Glas, einer Säge auf Eisen, oder das Klopfen und Pochen

der Pflasterer in einer Straße, geben uns ein unangenehmes Gefühl, das von einer Kontraktion der Blutgefäße begleitet ist, ein Gefühl, das sich jedesmal erneuert, wenn die Erinnerung an jene Geräusche wiedererwacht, ja es genügt schon, daß wir eine Hand sich dem Glase nähern oder die Säge das Eisen berühren sehen, um dieselbe unangenehme Empfindung zu erhalten.

IX.

Einige Personen erzählten mir, daß sie, falls eine anstrengende Arbeit sie länger am Schreibtisch zurückhält, flüchtige Hallucinationen haben, ähnlich denen, welchen man zuweilen unterworfen ist, wenn man, von einem langen Marsche aufs äußerste erschöpft, noch weiter geht. In leichtem Grade haben wohl schon alle nervösen oder überarbeiteten Personen dies Träumen mit offenen Augen an sich erlebt. Ganz besonders am Abend, wenn wir müde sind und dennoch weiter lesen, fangen die Gedanken an, abzuschweifen und es erscheinen Erinnerungsbilder. Kaum koncentrirt sich die Aufmerksamkeit wieder, so verschwinden diese Bilder, aber sie lassen eine Erinnerung an ihr Auftauchen zurück. Sie lassen es hernach wohl auf kurze Zeit zu, daß wir die Arbeit wieder aufnehmen. Kommt dann eine neue Zerstreuung, so erscheint dasselbe Bild wieder, oder es wird durch ein anderes verdrängt. Selten sind es bekannte Personen oder Gegenden. Dies vollzieht sich, während wir uns bewußt sind, daß wir wachen. Am Morgen, wenn wir frisch und ausgeruht sind, erscheinen uns schwerlich solche Traumbilder.

Ein tüchtiger dramatischer Schriftsteller theilte mir mit, daß er sich in sein Arbeitszimmer einschließe, sobald er schreiben wolle, weil er seine Personen fortwährend laut reden lassen

müsse. Er empfängt sie, wie er es auf der Bühne thun würde, schüttelt ihnen die Hand, bietet ihnen einen Stuhl, verfolgt eine jede ihrer Bewegungen, lacht und weint mit ihnen, als ob alles wahr wäre. Er hört immer, während er schreibt, die Stimmen seiner Personen, aber schwach und leise. Ertönen sie lauter und deutlicher, so hört er sogleich auf zu schreiben und geht spazieren, denn er weiß dann, daß er ermüdet ist. Arbeitete er, an diesem Punkte angekommen, noch weiter, so würde ihn der Schlaf fliehen. Beim Verfassen eines seiner Dramen, wobei er sich übermäßig angestrengt hatte, verfiel er in einen solchen Sinnentaumel, daß er nicht allein seine Schauspieler reden hörte, wenn er sie bei Durcharbeitung und Niederschreiben der Scenen heraufbeschwor, sondern einige derselben waren gar nicht wieder zum Schweigen zu bringen.

Er machte sich nicht viele Gedanken über diese Thatsache, weil er fest überzeugt war, daß sie durch Ermüdung bewirkt sei; er unternahm eine kleine Reise und die Hallucination verschwand gänzlich.

X.

Die Ermüdung, das Fasten, sowie alle anderen schwächenden Ursachen können unsere Empfindlichkeit steigern.

Nach einem langen Marsche werden wir reizbarer. Die kleinsten Unbequemlichkeiten werden uns unerträglich und unsere Eindrucksfähigkeit wird größer. Jolly fand, daß man bei Kranken, die an Gehörhallucinationen leiden, außer einer Ueberempfindlichkeit des Gehirnes auch einer solchen des Gehörnervs begegnet. Dies Beispiel möge als Beweis dafür genügen, daß die Zunahme der Reizbarkeit sich nicht nur in den Nervencentren vollzieht, sondern auch in den Nerven, welche das Gehirn mit der Außenwelt in Beziehung setzen.

In den zwei oder drei Jahren der Vorbereitung zu diesem Buche, welche ich nöthig hatte, um Notizen und Thatsachen zu sammeln, befragte ich oft meine Kollegen und Freunde um die Phänomene der Ermüdung.

Ich pflegte im Allgemeinen mich an Aerzte und an solche Personen zu wenden, von denen ich glauben konnte, sie hätten sich übermäßig angestrengt und könnten deshalb am besten an sich selbst gewisse Vorgänge bemerkt haben. Da stellte sich heraus, daß vier von meinen Freunden mir mittheilten, die geistige Anstrengung rege sie auf. Vier antworteten mir, daß sie neben anderen Phänomenen einen größeren Antrieb zur Liebe fühlten. Diese offene, spontane Antwort läßt mich glauben, daß eine solche Erscheinung viel häufiger sei, als es beim ersten Anblick scheinen möchte.

Der Grund hierfür wird aus dem folgenden Kapitel erhellen, in welchem wir bei Messungen der Muskelkraft, die vor und nach einer geistigen Anstrengung vorgenommen wurden, großen Verschiedenheiten begegnen werden.

In vielen Personen geht ein Zustand der Erregung der Ermüdung voraus, der lange Zeit andauert, ehe sich die Erschöpfung kund giebt. In anderen dagegen ist die geistige Ermüdung von einer raschen Abnahme der Kraft begleitet, und in diesen ist die Zeitdauer der Aufregung sehr kurz. Von Letzteren kann man mit Sicherheit sagen, daß eine anstrengende Gehirnthätigkeit eine Abnahme der Thätigkeit in den Organen, welche der Liebe dienen, hervorbringt.

XI.

Solange wir uns wohlbefinden, kommt uns die geistige Ermüdung kaum zum Bewußtsein, sobald aber eine Krankheit unseren Organismus schwächt, fühlen wir sofort, wie sehr uns die Gehirnanstrengung mitnimmt und erschöpft.

Die Quelle des Gedankens und die Kraft des Aufmerkens sind versiegt und die Ideen steigen nur langsam und einzeln auf. Als Reconvalescenten ermüdet uns selbst eine Unterhaltung: wir müssen im Sprechen innehalten, den Kopf zwischen die Hände nehmen und die Augen schließen, um auszuruhen und während dessen Kraft zum Fortfahren sammeln. Es wird uns dann auch sehr schwer, uns auf ein Datum oder einen gewöhnlichen Namen zu besinnen, die nicht gleich finden zu können, uns sehr erstaunlich scheint. Es geht mit dem Gehirn ebenso wie mit den Muskeln. Solange sie kräftig sind, bedarf es wiederholter Anstrengung, um sie zu ermüden, sind sie aber schwach, so zeigen sich die Merkmale der Ermüdung sogleich.

Wir hören zuweilen die Bemerkung, daß es bei geistiger Ermüdung genüge, die Beschäftigung zu wechseln, um auszuruhen. Dies trifft in einigen Fällen zu, wenn wir eine begrenzte Gehirnregion durch eine einförmige Arbeit angestrengt haben, und uns im Uebrigen kräftig fühlen; es ist nicht mehr so, wenn wir schwach sind. Ich habe einen Beweis hierfür in diesen Tagen erlebt. Während ich an den letzten Kapiteln dieses Buches schrieb, wurde ich von der Influenza befallen, und mußte wegen Fiebers mehrere Tage das Bett hüten. Ich war schon seit einer Woche wieder außer Bett, und wenngleich ich mich noch nicht ganz genesen fühlte, hatte ich dennoch wieder zu schreiben begonnen, langsam wohl, aber die Arbeit kam ziemlich gut weiter. Da traf einer meiner deutschen Freunde ein, ein Professor, der nach Italien gekommen war, um Italienisch zu lernen. Ich konnte ihn natürlich nur in seinem Vorsatz unterstützen, und anstatt uns deutsch zu unterhalten, wie wir sonst zu thun pflegten, fingen wir an, italienisch zu sprechen. Dem Anschein nach hätte mich dies nicht ermüden dürfen, weil die Unterhaltung sich gezwungenermaßen in den Grenzen einfacher, leichter Sätze bewegte.

Meinerseits hatte ich einige Mühe, ihn zu verstehen und zu verbessern, was übrigens nicht erheblich war. Aber was ich gelitten, wie sehr ich mich dabei erschöpfte, kann sich nur der vorstellen, der Aehnliches erlebte. Nach einer halben Stunde schlug ich ihm vor, spazieren zu gehen. Ich hatte gehofft, die frische Luft würde mir eine Erleichterung verschaffen, aber es wurde schlimmer, weil sich die Gelegenheiten für ihn mehrten, mich nach den Namen der Dinge, die wir sahen, zu fragen.

Wenn diese Zeilen ihm zu Gesicht kommen, so hoffe ich, verzeiht er mir, denn er ist Arzt und wird verstehen, daß er unschuldig an meiner Hartnäckigkeit war, da ich mir nun einmal in den Kopf gesetzt hatte, einen Versuch an mir selbst zu machen. Nach dieser Unterhaltung, welche eine Stunde währte und die unter anderen Umständen mich sicher nicht angestrengt haben würde, kam ich wie gebrochen nach Hause zurück und mußte mich auf das Sofa niederlegen und die Fensterläden schließen lassen. Ich war so müde, daß es mir schien, als wäre dieser Zustand der Anfang eines Schwindelanfalles.

Wenn die Ermüdung sehr groß ist, sei es, daß eine geistige Arbeit oder eine Muskelanstrengung sie herbeiführt, vollzieht sich eine Aenderung in unserer Stimmung: wir werden reizbarer, und es scheint fast, als habe die Ermüdung das, was an edlen Gefühlen in uns war, jene Fähigkeit des Gehirnes, durch welche sich der civilisirte Mensch vom Naturmenschen unterscheidet, aufgezehrt. Wir vermögen uns nicht mehr zu beherrschen, und die Leidenschaften brechen so heftig hervor, daß wir sie nicht mehr mit unserer Vernunft zügeln und ihnen entgegen arbeiten können.

Die Erziehung, welche die unwillkürlichen Bewegungen im Zaume hielt, verliert ihre Macht und es ist, als ob wir um einige Stufen in der gesellschaftlichen Hierarchie hinunter=

stiegen. Es fehlt uns die Spannkraft des Geistes, die Neugier und Kraft der Aufmerksamkeit, und damit die wichtigsten Merkmale des höher gebildeten Menschen.

Die an chronischen Krankheiten des Nervensystems Leidenden sind in der Regel jähzornig. Wir werden später sehen, daß die Hysterie ein Zustand des Nervensystems ist, welcher dem durch Ermüdung hervorgerufenen vergleichbar ist. Das ausdrucksvolle Gesicht, das lebhafte Wesen, der durchdringende Blick und der nervöse Zustand, die für die Künstler charakteristisch sind, die Traurigkeit oder übermäßige Fröhlichkeit und gewisse Gewohnheiten und Manieren, die Manchem seltsam erscheinen mögen, stammen bei ihnen zum großen Theil aus der verminderten Widerstandskraft des Nervensystems und aus einer Art Erschöpfung und Hysterie, welche durch die anhaltende Gehirnanstrengung erzeugt werden.

Zu dieser Erregung, die bei Einigen bemerkbar ist, steht im Gegensatz eine Abnahme der Empfindlichkeit bei Anderen. Es ist wie mit dem müden Pferde, das der Peitsche nicht mehr gehorcht. Viele werden nach einem langen anstrengenden Marsche einen ähnlichen Zustand empfunden haben.

Wenn das erste Stadium der Aufregung vorüber ist, verwandelt sich die Müdigkeit allmählich in eine Erschöpfung, die uns unempfindlich macht, ja, die uns sogar eine angenehme Empfindung verursacht, so daß wir erstaunt sind, nicht mehr die Anstrengung des Gehens zu fühlen, fast als würden wir von einer unbekannten Macht vorwärts getrieben.

Im Journal des Goncourt*) ist dies Phänomen also beschrieben: „L'excès du travail produit un hébétement tout doux, une tension de la tête qui ne lui permet pas de s'occuper de rien de désagréable, une distraction in-

*) Journal des Goncourt. T. I, pag. 219.

croyable des petites piqûres de la vie, un désintéressement de l'existence réelle, une indifférence des choses les plus sérieuses telle, que les lettres d'affaires très pressées, sont remisées dans un tiroir, sans les ouvrir.“

—

Zehntes Kapitel.

Die Vorlesungen und die Examina.

I.

Cicero sagt, daß selbst die vorzüglichsten Redner, welche mit größter Freiheit und Eleganz reden, schüchtern sind, wenn sie sich anschicken zu sprechen und sich in der Einleitung ihrer Rede verwirren.*)

Manchen Menschen ist es niemals gelungen, vor einer Versammlung zu sprechen, weil sie ihre Erregung in Gegenwart eines Publikums nicht bemeistern können. Ich erinnere als Beispiel an Darwin, der ein so großes Unbehagen empfand, wenn er sich als Gegenstand der Aufmerksamkeit Anderer fühlte, daß er nur in sehr seltenen Fällen an öffentlichen Feierlichkeiten Theil nahm.

Ich kenne Professoren, welche auf die Vorzüge verzichteten, welche ihnen die Berufung an eine große Universität gebracht haben würde, wegen der unüberwindlichen Abneigung, sich einer zahlreichen Zuhörerschaft vorstellen zu müssen. Dies macht die Freude verzeihlich, mit der viele Professoren die Nachricht von einer außerordentlichen Vakanz begrüßen.

Es ist dies ein Gefühl, das nicht mit dem Willen zu überwinden ist. Es giebt berühmte Professoren, welche selbst im Alter diesen Fehler nicht ablegen können und beim Heraus-

*) De oratore. Lib. I, cap. 26.

treten vor die Zuhörer noch immer dieselbe Verwirrung empfinden, wie im Anfang ihrer Laufbahn. Ich könnte hierfür mehrere Beispiele anführen, aber es ist nutzlos Namen zu nennen, weil es sich hier nicht um die Personen, sondern vielmehr um die Natur des Phänomens handelt, dem sie ausgesetzt sind. Ich habe Paolo Mantegazza verwirrt und schüchtern bei Beginn seiner Vorlesungen gesehen. Einmal kam mir der Zweifel, er habe sich vielleicht nicht vorbereitet und wäre im Begriff, den Faden zu verlieren; derart befangen klangen seine ersten Worte, als er das Katheder betrat. Aber es war nur eine minutenlange Zögerung, die Befangenheit verließ ihn und er zeigte sich nun als jener große Meister, als den ich ihn hatte rühmen hören. Und jemehr er in Eifer gerieth, desto beredter wurde er, und durch den Ausdruck seines Gesichts, durch den freien Vortrag, welchen er mit gemessenen, aber kräftigen Bewegungen begleitete, erzielte er mächtige rednerische Wirkungen, so daß ich gestehe, wenige Professoren gehört zu haben, die einen solch hohen Grad von Eleganz und Vollkommenheit in der akademischen Beredtsamkeit erreichten.

Die Schüchternheit und Unsicherheit, welche große Redner bei Beginn eines Vortrags empfinden, trägt im Wesentlichen mit zu ihrem Erfolge bei. Jemehr sie die Wichtigkeit dessen, was sie sagen sollen, fühlen, und je vollkommener sie den zu behandelnden Gegenstand beherrschen, um so wirksamer werden sie ihren Gedanken entwickeln und das Thema bis in seine kleinsten Einzelheiten erschöpfen können.

Ein Redner muß ein nervöses Temperament haben, soll er auf seine Zuhörer einwirken; die gesteigerte Erregbarkeit, die zittern macht, die anscheinende Schwäche des Organismus werden sich als ein Vortheil für den Redner erweisen, weil die wahre Beredtsamkeit mehr vom Gefühl als vom Denken abhängt. Cicero empfand diese Aufregung mehr als jeder andere. Er schreibt: „Oftmals mache ich an mir selbst

diese Erfahrung, ich werde blaß im Anfang meiner Rede und zittere mit der ganzen Seele und an allen Gliedern."*)

Mantegazza erzählte mir, daß er nach dreißig Jahren der Lehrthätigkeit nicht ruhig frühstücken könne, ehe er nicht die Kollegien erledigt habe, daß er stets eine große Unruhe fühle, einen starken Durst, eine absolute Unfähigkeit, an etwas anderes zu denken, als an das, was in Beziehung zu dem Thema seines Vortrages steht, und daß noch andere Körperverstimmungen, von denen die schlimmsten Uebelkeit und Brechreiz sind, ihn zuweilen gerade in dem Augenblicke befallen, der einer feierlichen Vorlesung vorausgeht.

Ich habe Professoren in meinem Bekanntenkreise, die derart abgemattet aus der Vorlesung kommen, daß sie Niemand vorlassen, bevor sie sich nicht eine Viertelstunde ausgeruht haben. Einer meiner Lehrer schloß sich sofort nach der Vorlesung in seinem Zimmer ein, um sicher zu sein, daß ihn Niemand störe. Wenn die Professoren im Winter aus der Universität kommen, erkennt man einige derjenigen, welche gelesen haben, daran, daß sie roth im Gesicht sind, und daß sie sich, den Predigern gleich, einhüllen, den Mantel fest um sich schlagen, oder ein Tuch um den Hals legen und schnellen Schrittes nach Hause eilen.

Aber alles dies ist nichts im Vergleich zu der hochgradigen Erregung und Muthlosigkeit, unter welchen die großen Redner zu leiden haben. Cicero erzählt in seinem Buch über Brutus, Kap. 23, eine Episode, die sich auf Lälius bezieht, welcher die Sache der Zöllner sorglich und mit großer Eleganz geführt hatte, so daß daraufhin die Konsuln die Entscheidung aufschoben. Da die Amtsgenossen behaupteten, Galba würde diesen Proceß besser geführt haben, gaben die Zöllner diesem den Auf-

*) Et in me ipso saepissime experior, ut exalbescam in principiis dicendi, et tota mente, atque omnibus artibus contremiscam. — De oratore. Lib. I, cap. 26.

trag zu reden. Cicero erzählt nun, daß Galba bis zu dem Augenblicke in seinem Hause blieb, wo er seine Rede halten sollte, und daß er beim Heraustreten sehr erhitzt aussah und rothe Augen hatte, so daß es den Eindruck machte, als habe er die Sache schon geführt. Und dies bedeutet soviel, sagt Cicero, daß Galba nicht allein heftig und hitzig in der Führung eines Processes, sondern auch beim Ueberlegen desselben war.

II.

Manche nehmen an, daß unser Körper viele unter einander verschiedene Kräftevorräthe habe, die sich je nach Bedürfniß unabhängig von einander verwenden und verbrauchen ließen. Sie glauben z. B., daß eine gewisse Menge Muskelkraft, über die wir verfügen, sich auf Märschen oder bei anderen Uebungen aufbrauchen läßt, ohne daß jener andere Vorrath von Energie angegriffen werden muß, welchen das Nervensystem für die Gehirnarbeit in Reserve hält. Ebenso nehmen sie einen besonderen Vorrath von Energie für die Zeugungsfunktionen und andere Thätigkeiten des Körpers an.

Ich glaube nicht, daß unser Organismus auf solche Weise gebildet ist. Es giebt nach meiner Ansicht nur einen einzigen Energievorrath und dieser ist im Nervensystem; und wenngleich wir Lokalisationen annehmen müssen, so sind diese nicht derart, daß die zunächstliegenden Organe nicht einen Schaden erlitten, wenn eines der Organe mit großer Lebhaftigkeit arbeitet. Die Erschöpfung der Kraft ist eine allgemeine, und es werden sich alle Energievorräthe verbrauchen, wenn irgend ein Organ seine Thätigkeit übertreibt. Aus den Versuchen, die ich über die Ermüdung anstellte, ergab sich, daß es unter physiologischen Bedingungen nur eine einzige Ermüdung giebt, die nervöse. Dies ist das vorwiegende Phänomen. Auch die Muskelermüdung ist im Grunde eine Ermüdung und Erschöpfung des Nervensystems.

Die schwerwiegendste Verwickelung beim Studium der Ermüdung entspringt daraus, daß sich nicht in allen Menschen der Organismus in der gleichen Weise verbraucht. Jene sich durch die Ermüdung erzeugenden Produkte werden von dem Einen mehr, von dem Andern weniger empfunden. Indem ich die Muskelkraft an meinen verschiedenen Kollegen vor und nach den Vorlesungen studirte, habe ich mich von der großen in dieser Beziehung existirenden Verschiedenheit überzeugen können. Bei Professor Aducco z. B. bringt die Vorlesung eine nervöse Erregung hervor, die ihm eine größere Muskelkraft verleiht.

Wir hatten diese Zunahme mehrere Male, wenn er mich im Unterricht vertrat, beobachtet; als es sich nun darum handelte, diese Versuche zu veröffentlichen, bat ich ihn, mir ein Andenken an seine erste Vorlesung zu überlassen. Er war nämlich eben zum Professor der Physiologie an der Universität Siena ernannt worden und begann nun drei Tage vor seiner Antrittsvorlesung mit dem Ergographen die Ermüdungskurve des Mittelfingers der linken Hand in der früher geschilderten Weise aufzuschreiben. Er machte diese Versuche viermal des Tages, zuerst um 9 und 11 Uhr Vormittags; dann ging er zum Frühstück und kam um 1 Uhr zurück, um zu dieser Zeit sowie um 4 Uhr die weiteren Zeichnungen aufzunehmen.

Fig. 17 zeigt die Reihenfolge der Kontraktionen, welche um 11 Uhr Vormittags mit der linken Hand ausgeführt wurden, indem der Finger im Intervall von zwei Sekunden drei Kilogramm emporhob. Fig. 18 ist die Ermüdungszeichnung von 1 Uhr Nachmittags. Beide Zeichnungen wurden am 12. Januar 1891 geschrieben und stellen die normale Leistung dar. Sie sind den am vorhergehenden Tage geschriebenen gleich, auch in Bezug auf die Silhouette der Kurve, durch welche die Art, wie sich die Kraft erschöpft, angedeutet wird.

Die geringe Zunahme, welche am Nachmittag bemerkbar wird, ist zum Theil der kräftigenden Wirkung des Frühstücks zuzuschreiben; sie ist eine konstante Erscheinung.

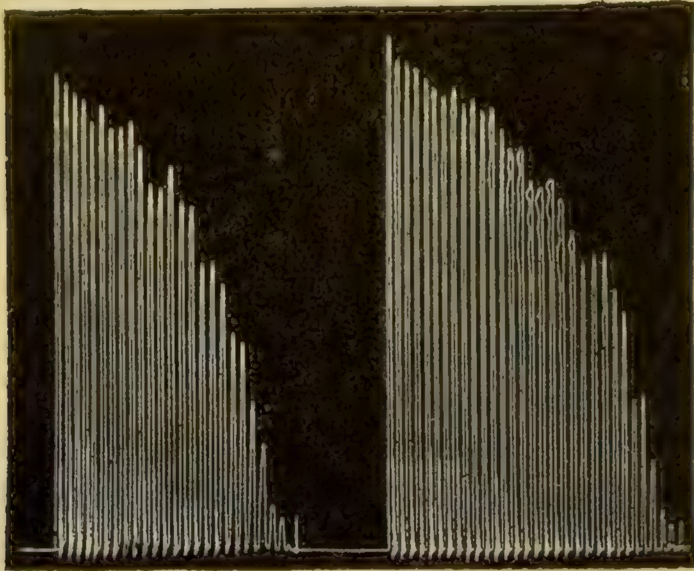


Fig. 17. (11 Uhr Vormittags.) Fig. 18. (1 Uhr Nachmittags.)

Ermüdungszeichnungen von Prof. Aducco, geschrieben am Tage vor seiner Antrittsvorlesung an der Universität Siena.

Um 11 Uhr Vormittags führt er 25 Kontraktionen aus und verrichtet eine Arbeit von 2,469 Kilogrammmeter. Um 1 Uhr Nachmittags sind es 31 Kontraktionen und eine Arbeit von 3,294 Kilogrammmeter.

Am folgenden Tage schreibt Prof. Aducco um 11 Uhr die Ermüdungskurve Fig. 19; er vollführt bis zur Erschöpfung des Muskels 25 Kontraktionen und eine Arbeit von 2,685 Kilogrammmeter. Dann frühstückt er in derselben Weise, wie die vorhergehenden Tage. Um 12 Uhr begann die Vorlesung in der großen Aula der Universität zu Siena. Den zu haltenden Vortrag über die physiologische Wirkung des Lichts hatte er schon in Turin geschrieben und hatte ihn demnach heute nur den Kollegen und Studenten vorzulesen, die

in großer Anzahl erschienen waren, um den neuernannten Professor der Physiologie zu hören.

Sogleich nach Beendigung der Feierlichkeit begab sich Prof. Aducco in das Laboratorium, das über der Aula der Universität liegt, und schrieb die Zeichnung 20 auf. Es sind 33 Zusammenziehungen mit einer Arbeit von 3,879 Kilogrammmeter.

Vergleicht man die Zeichnung 20 mit Fig. 18, so fällt sogleich in die Augen, daß das Profil ein anderes ist. Die mechanische Arbeitsmenge der Beugemuskeln übersteigt diejenige des vorigen Tages um 0,585 Kilogrammmeter, die Kontraktionen nehmen langsamer an Höhe ab. Der Widerstand gegen die Ermüdung ist größer, weil der Muskel eine längere Zeit arbeitet, ehe die Stärke der Kontraktionen abnimmt. Die 19. Kontraktion ist noch 41 mm hoch, während auf der Zeichnung des vorigen Tages nur die 13. diese Höhe zeigt. Diese Zunahme der Muskelkraft bestätigt das, was schon durch eine Reihe von früheren Versuchen an Prof. Aducco bei Gelegenheit der in Turin gehaltenen Vorlesungen festgestellt worden war.

Prof. Aducco schrieb mir bei Uebersendung dieser Zeichnungen:

„Ich habe den Versuch in Gegenwart mehrerer Kollegen gemacht, welche ebenfalls den vorhergehenden Aufzeichnungen der Ermüdung beigewohnt und ihr Erstaunen darüber ausgedrückt hatten. Ich war sehr erregt und erhitzt. Am Abend dieses Tages war ich sehr müde, meine Beine schmerzten und ich hatte etwas Kopfweh."

Am folgenden Tage schreibt Prof. Aducco wieder um 11 und um 1 Uhr die Ermüdungskurve auf: Fig. 21 und 22. Vergleicht man Fig. 22 mit den Fig. 20 und 18, so wird man finden, daß sie der Fig. 18 gleicht, welche die Leistungsfähigkeit Prof. Aducco's bezeichnet, wenn er nicht durch intellektuelle Arbeit aufgeregt ist.

Um 11 Uhr Vormittags machte er 23 Kontraktionen, um

1 Uhr Nachmittags 30. Die mechanische Arbeitsmenge um 11 Uhr war 2,304 Kilogrammmeter, um 1 Uhr Nachmittags 3,006 Kilogrammmeter.

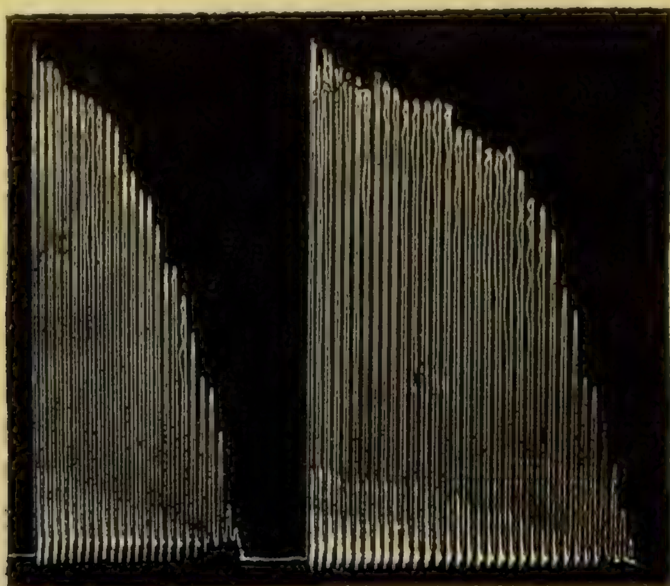


Fig. 19. (11 Uhr Vormittags.) Fig. 20. (1 Uhr Nachmittags.)

Zeichnungen der Ermüdung, geschrieben von Prof. Aducco am 12. Januar 1891, dem Tage, an dem er seine Antrittsvorlesung an der Universität Siena hielt.

Hier ist eine kleine Abnahme im Vergleich zu der Normalkraft der vorhergehenden Tage zu bemerken, und dies muß als eine Wirkung der Gemüthsbewegung, die er am vorigen Tage empfunden hatte, betrachtet werden.

Es war bei Gelegenheit des Internationalen medicinischen Kongresses in Berlin, als ich durch den Ergographen eine bedeutende Abnahme in der Leistungsfähigkeit bei Professor Aducco wahrnahm. Er fühlte sich besonders wohl und war entzückt von Berlin, nur am Abend war er ermüdet, seiner Aussage nach in Folge der Anstrengung, die ihm das Deutschsprechen und die Verfolgung der Diskussionen verursacht hatten.

Aber niemals hätte ich gedacht, daß die Arbeiten eines Kongresses, über welche so viele scherzen, Prof. Aducco ver-

maßen ermüden könnten. Als der Tag gekommen war, an dem ich meinen Kollegen den Ergographen vorstellen sollte, wozu ich mir Prof. Aducco's Hülfe zwecks Zeichnung einer

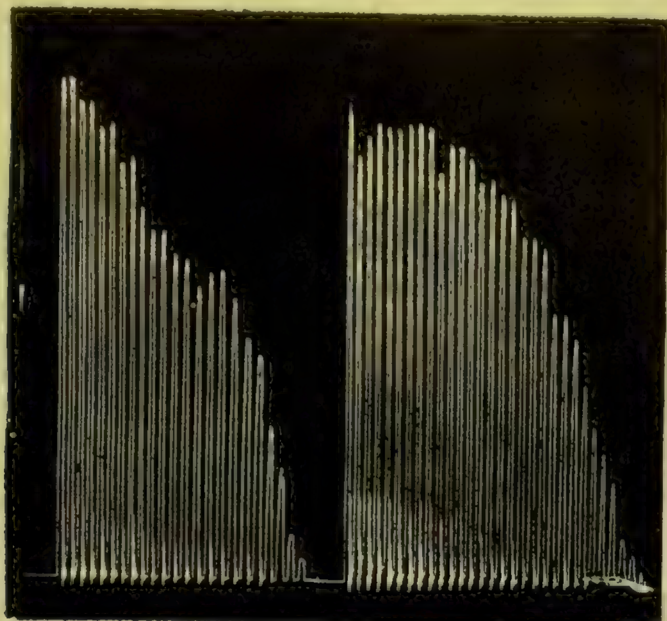


Fig. 21. (11 Uhr Vormittags.) Fig. 22. (1 Uhr Nachmittags.)
Ermüdungszeichnungen, geschrieben von Prof. Aducco am Tage nach seiner Antrittsvorlesung.

Ermüdungskurve erbeten hatte, sahen wir zu unser Beider Verwunderung, daß er kaum die Hälfte der Arbeit leisten konnte, die er in Turin auszuführen pflegte. Wir werden bald deutlicher sehen, daß eine stärkere Anstrengung des Gehirnes den ganzen Körper schwächt und daß diese Nachwirkung viele Tage andauern kann. Gelegentlich einer Untersuchungsreihe an Herrn Dr. Patrizi habe ich nach dem Tode eines seiner Bekannten eine beträchtliche Verminderung der Muskelkraft gesehen. Und diese Schwäche, welche sich in einer Verkürzung der Kurve der Muskelermüdung äußerte, konnte nur von dem psychischen Einfluß der Sorge abhängen. — Soviel steht fest, daß wir, ohne es selbst zu bemerken, durch eine vermehrte Thätigkeit des Nervensystems wochenlang geschwächt bleiben können.

Die Befangenheit Prof. Aducco's bei Antritt seiner Professorenlaufbahn liegt, möchte ich sagen, in den Zeichnungen von Siena klar zu Tage. Er versicherte mich, er fühle sich wohl und habe Appetit, aber wir fanden, daß diese Ermüdungskurven viel kürzer waren als die Ermüdungskurven, welche er vor einigen Wochen in Turin geschrieben hatte. Die Zeichnungen von Siena, soweit sie nicht durch spezielle Veranlassung (Vorlesung) beeinflußt sind, gleichen den in Berlin geschriebenen. Sie stammen beide aus zwei Perioden seines psychischen Lebens, in denen er unter der Wirkung anhaltender Aufregungen und intellektueller Ermüdung stand, wodurch allmählich die Kraft Prof. Aducco's gemindert wurde, wenngleich er versicherte, keine Veränderung an sich zu bemerken.

Aus den hier angeführten Versuchen geht also hervor, daß durch eine Aufregung, wie sie das Halten einer Rede oder einer Vorlesung bedingt, bei Professor Aducco ein Zustand des Nervensystems erzeugt wird, welcher die Muskelkraft erhöht. Durch verlängerte Gemüthsbewegung und intellektuelle Ermüdung nimmt aber die Stärke der Muskeln ab. Und diese Abnahme der Kräfte kann Wochen und Monate lang dauern, ohne daß wir spüren, daß unsere Muskelkraft nicht im Normalzustande ist.

III.

Dr. Maggiora, welcher ebenso alt wie Prof. Aducco ist und dieselbe Lebensweise führt, repräsentirt dagegen einen anderen physiologischen Typus bezüglich der intellektuellen Ermüdung. Bei ihm ist die Periode der Erregung und erhöhten Kraft sehr kurz und die Periode der abnehmenden Kraft folgt unmittelbar. Figur 23 stellt die Zeichnung dar, welche Dr. Maggiora im April 1890 um 2 Uhr an dem Tage, welcher der Vorlesung voranging, niederschrieb. Aus einer

Reihenfolge vorläufiger Versuche hatte sich ergeben, daß wenn den Muskeln zwischen je zwei Versuchen zwei Ruhestunden verwilligt werden, sie von Morgens 8 Uhr bis 6 Uhr Abends sechs untereinander gleiche Zeichnungen anfertigen. An den Tagen, an welchen Dr. Maggiora Hygiene-Vorlesungen zu halten hat, sind die um 2 Uhr Nachmittags gleich nach der

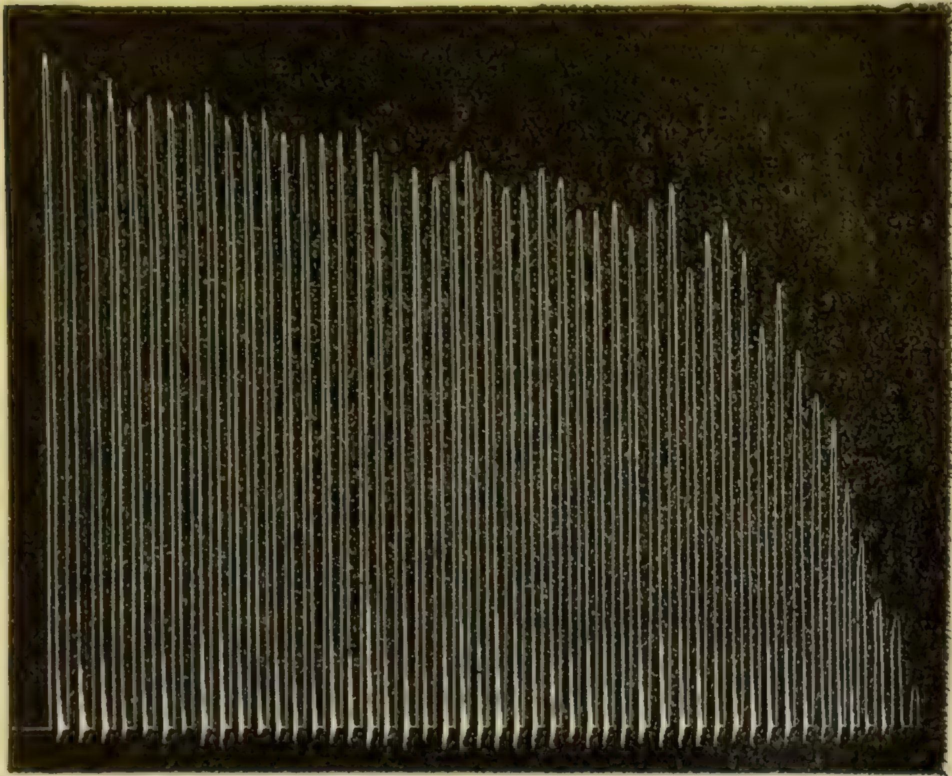


Fig. 23. (Dr. Maggiora) Normalzeichnung der Ermüdung, aufgeschrieben um 2 Uhr Nachmittags am 25. April 1890. Gewicht: 3 Kilogramm, Intervall: 2 Sekunden.

Vorlesung aufgeschriebenen Zeichnungen stets kürzer, wie aus Figur 24 ersichtlich ist.

An dem Tage, welcher der Vorlesung voranging, hob Dr. Maggiora 48 mal 3 Kilogramm im Intervall von zwei Sekunden. Die vollbrachte Arbeit war 7,161 Kilogrammmeter. Nach der Vorlesung ist zu derselben Stunde die Stärke der Beugemuskeln in Folge der intellektuellen Ermüdung geringer; sie werden weniger widerstandsfähig gegen Anstrengung und machen

nur 38 Kontraktionen, wie aus Figur 24 ersichtlich ist, und die vollbrachte Arbeit beträgt 5,055 Kilogrammmeter.

IV.

Bei der Ermüdung, welche durch das Kolleglesen herbeigeführt wird, unterscheiden wir zwei Thatsachen. Die eine

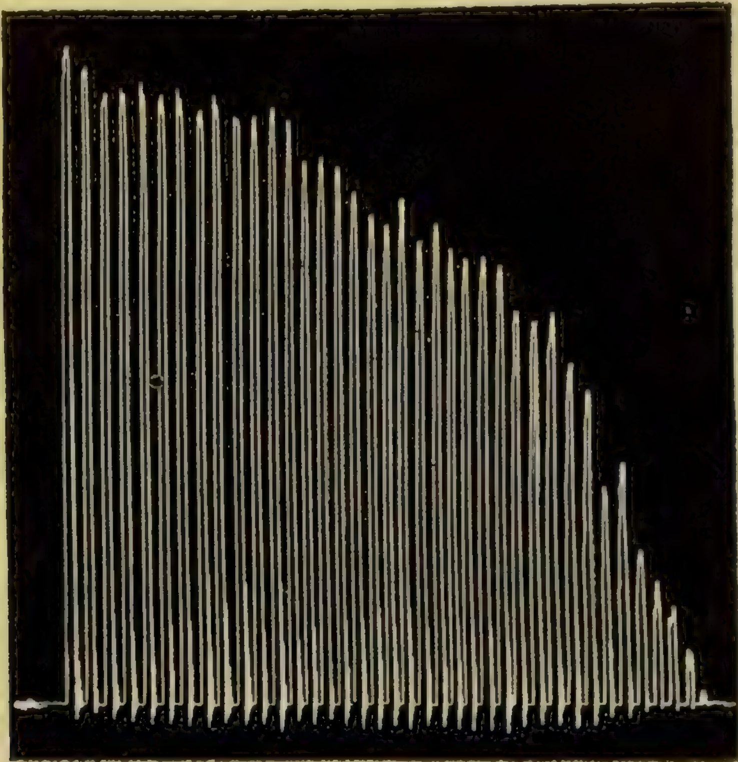


Fig. 24. (Dr. Maggiora.) Nach der Vorlesung. Zeichnung, welche am folgenden Tage zu derselben Stunde, wie die vorhergehende, aufgeschrieben wurde. Gewicht: 3 Kilogramm, Intervall von 2 Sekunden.

ist die Ermüdung, welche durch die psychische, intellektuelle Arbeit entsteht, die andere die Ermüdung, welche aus der Gemüthserregung entspringt. Aber die eine Sache ist nicht von der anderen zu trennen, weder ihrer Natur nach, noch ihrer Wirkungen wegen. Die Erfahrung zeigt uns überdies, daß sehr starke Aufregungen eine Abnahme der Intelligenz

hervorbringen, während umgekehrt durch große Geistesanspannung Schmerzen und Leidenschaften erträglicher werden. Eine starke Erregung ermüdet uns mit demselben innerlichen Proceß, durch welchen sich bei der intellektuellen Arbeit das Gehirn erschöpft.

Ich erfahre jeden Tag, in wiefern ein zahlreiches Publikum die Ermüdung beeinflußt.

Ich halte zwei Kurse: einen physiologischen für die Aerzte, bei dem der Hörsaal ganz gefüllt ist, weil mehr als zweihundert Studenten meinen Kursus belegt haben; außerdem halte ich einen um den anderen Tag einen anderen Kursus vor den Studirenden der Naturwissenschaft und Philosophie, von denen es etwa dreißig in Allem sein mögen. Dies ist eine Vorlesung, in welcher ich ungefähr dieselben Sachen vortrage, welche ich den Studenten der Medicin auseinandersetze, aber die Art meiner Zuhörer zwingt mich zu einer mehr synthetischen Exposition. Was die Form anbetrifft, so sind diese Vorlesungen schwieriger, weil ich mehr Gewicht auf die anatomische Seite legen und mich bedeutend mehr anstrengen muß, um meinen Zuhörern verständlich zu sein. Da aber die Zuhörerschaft minder zahlreich ist, ermüde ich viel weniger dabei. Denselben Unterschied haben auch alle die Herren bemerkt, welche mich vertreten haben. Und dies ist nicht etwa Sache der Einbildung, sondern der Unterschied läßt sich in Ziffern ausdrücken, wie ich in Bälde bei Betrachtung der Veränderungen angeben werde, welche im Herzschlag, in dem Druck des Blutes, in der Körpertemperatur und der Athmung vor sich gehen.

Vorträge mit Experimenten vor einem zahlreichen Publikum rufen eine große Befangenheit hervor. Handelt es sich um schwierige Versuche, so ist die Sache noch ermüdender. Selbst wenn man sich gut vorbereitet hatte, schwebt man in einer beständigen Angst, daß durch tausend unvorhergesehene

Ereignisse der Versuch mißglücken und uns in Gegenwart der Studenten in Verlegenheit setzen könnte.

Viele Professoren sind schon vor ihrem Eintritt in den Saal entschlossen, von einem Experiment abzustehen, sobald sie fürchten, irgend ein Zwischenfall könne das Ergebniß weniger sicher machen. Wer ein mißlungenes Experiment wiederholen will, wird fühlen, falls er einigermaßen nervös ist, daß seine Hände zittern, und daß ihm jetzt sowohl die Ruhe und die Sicherheit der Bewegungen fehlt, als auch die Sehschärfe, welche er bei Ausführung desselben Experimentes hatte, ehe sich die Zuschauer in den Hörsaal begaben.

Die größte Schwierigkeit, welcher man beim Vortraghalten begegnet, ist nicht abhängig von der Art der Vorbereitung, sondern von dem Inhalt des Vortrages und von seiner Tendenz. Diejenigen Professoren, welche auf eine pathetische Form, auf Anhäufung von Citaten, Namen, Daten 2c. halten, ermüden am leichtesten. Je feierlicher eine Vorlesung ist, desto mehr nimmt das erregende Element überhand. Am wenigsten erschöpfen sich die Professoren, welche den familiären Ton beibehalten und mit den Jünglingen in Rapport bleiben.

Ich habe an mir selbst die Veränderungen studirt, welche durch das Vortragen bewirkt werden, aber ich hatte dabei wenig augenscheinliche Ergebnisse. Dies hängt zum Theil von meiner Körperbeschaffenheit ab, und vor allem davon, daß ich ohne alle Umstände vortrage. Im Anfang meines Buches „Ueber die Furcht" habe ich indessen die tiefgehende Wirkung, welche auch ich bei feierlichen Vorlesungen empfinde, beschrieben. Ich erinnere mich schlafloser Nächte, nach Haltung eines Vortrags oder einer Rede, und weiß, wie quälend eine solche Aufregung ist. Zuweilen bemerke ich, daß meine Handschrift etwas verändert ist, wenn ich sogleich nach Schluß einer Vorlesung schreiben muß. Man sieht es an den dickeren Buchstaben, an den unsicheren Strichen, daß sie anders als

gewöhnlich ist. Im Laufe des Jahres verspüre ich außer einer kleinen Schwäche in den Beinen nach meinem Vortrag, den ich stehend halte, keine andere Müdigkeitserscheinung. Nur in der ersten und zuweilen in der letzten Stunde des Semesters treten Aufregungserscheinungen ein, mein Gesicht wird heiß, meine Stimme zittert und hinterher bekomme ich Kopfweh.

Unter solchen außergewöhnlichen Umständen habe ich mehrere Male meine Körpertemperatur vor und nach der Stunde gemessen, und immer fand ich den Unterschied von etwa einem halben Grad. Nur ein Mal, nach einer Konferenz, die mich durch ihr gewähltes und sehr zahlreiches Publikum in eine starke Gemüthsbewegung versetzt hatte, fand ich eine erhöhte Temperatur von 38,2°. Es war also ein leichtes Fieber, das ich mir durch einfaches Vortragen zugezogen hatte, das indessen nach Mitternacht verging.

Ueber den Einfluß, welchen die Thätigkeit des Nervensystems auf unsere Körpertemperatur hat, sind viele Beobachtungen gemacht worden. Die bekanntesten sind die von John Davy und die neuerlich von Speck mitgetheilten,*) deren ich mich bei Gelegenheit einer speziellen Besprechung dieses Gegenstandes bedienen werde.

Ich hatte Gelegenheit, an meinen Assistenten die höchsten, durch Gemüthsbewegung und die Anstrengung des Vortragens hervorgerufenen Temperaturgrade zu beobachten. Jedes Mal, wenn Krankheit oder Berufsgeschäfte mich von der Schule fern hielten, bat ich einen meiner Assistenten, mich zu vertreten. So konnte ich allmählich ein wichtiges Beobachtungsmaterial für dieses Studium sammeln, woraus sich ergiebt, daß die durch Nerventhätigkeit herbeigeführten fieberhaften Zunahmen der Körperwärme viel größer sind, als man für

*) Speck, Ueber die Beziehungen der geistigen Thätigkeit zum Stoffwechsel. Archiv für exp. Pathologie und Pharmak. XV, 1882, S. 88.

gewöhnlich glaubt. Ich führe hier einen dieser Versuche an, den Dr. Mariano Patrizi an sich machte, als er die erste Vorlesung von meinem Katheder aus hielt. Er hatte seit mehr als einer Woche mit einer Untersuchung begonnen, welche ihn veranlaßte, die täglichen Veränderungen, denen seine innere Temperatur im Normalzustande unterworfen ist, zu studiren, als ich, einer Reise nach Rom wegen, ihn unerwartet bat, statt meiner zu lesen, und ihn so veranlaßte, seine erste Vorlesung zu halten. Da es sich um einen Gegenstand handelte, der ihm wohlbekannt war, erklärte er sich bereit, obgleich ihm nur drei Tage blieben, sich für sein Debut vorzubereiten. Dr. Patrizi hatte seit kaum einem Jahre promovirt, aber seine Fähigkeit ließ die Furcht nicht aufkommen, als sei er der Aufgabe, vor einem zahlreichen Publikum zu sprechen, nicht gewachsen. Der Aussage von Kollegen nach, welche dieser seiner ersten Vorlesung beiwohnten, kann ich sagen, daß meine Erwartungen vollkommen erfüllt wurden, und daß er einen schönen Vortrag hielt. Um einen genauen Beleg zu dieser psychologischen Beobachtung zu geben, führe ich hier ein Bruchstück des Briefes an, den Dr. Patrizi mir nach Rom schrieb, nachdem er seine erste Vorlesung gehalten hatte.

„Ich merkte leider nur zu gut, daß ich nicht zu jenen Bevorzugten gehöre, die am Vorabend einer Schlacht fest schlafen können. In der Nacht zum 3. Juni schien es mir nothwendig, die Punkte zusammenzufassen, die ich im Kolleg auseinanderzusetzen haben würde, und legte mich erst um 1 Uhr zu Bett. Um 5 Uhr war ich schon wach und die kurze Ruhezeit hatte mir nicht einmal einen festen, anhaltenden Schlaf gebracht. Das Thermometer verrieth meine Aufregung, da es um 6 Uhr Vormittags meine rektale Temperatur zu 37,8° angab, welche zu derselben Zeit unter gewöhnlichen Umständen niemals 36,9° übersteigt.

Ich stand auf und suchte vor mir selbst meine wachsende

Unruhe zu verbergen. Um die mir unendlich scheinenden vier Stunden, die mich noch von dem feierlichen Augenblicke trennten, hinweg zu lügen, legte ich die letzte Hand an verschiedene Zeichnungen, welche dazu dienen sollten, den Studenten die Lokalisation der Centren der Sprache zu erklären. Aber ich zwang mich umsonst, das Zittern der Hand zu überwinden, der Pinsel hinterließ auf dem Papier ungleiche Wellenlinien. Ich konnte indessen mit großer Willensanstrengung den Trieb zur Harnentleerung, welcher mich beständig plagte, unterdrücken. Um 10 Uhr war die Temperatur noch unverändert, 37,8°. Der Athem ging 13 Mal in der Minute, einmal mehr als die Mittelfrequenz an andern Tagen zu derselben Stunde ist. Ich schreibe den Puls des rechten Vorderarmes mit dem Hydrosphygmographen auf. Indem ich die Zeichnung mit einer normalen, zur selben Stunde an früheren Tagen registrirten vergleiche, fällt mir nicht allein die größere Frequenz (105 Pulsationen statt 78) auf, sondern auch die Steilheit, mit der die Kurve aufsteigt, und der stärkere Dikrotismus. Diese Unterschiede gegenüber dem normalen Pulse erschienen noch ausgesprochener nach der Vorlesung, wo der Dikrotismus besonders stark war: ein sicheres Anzeichen von der Erschlaffung der Blutgefäße.

Um 10 Uhr 27 Minuten, wenige Augenblicke vor Eintritt in die Aula, war die Anzahl der Herzschläge bedeutend gestiegen. Es waren 136 in der Minute. Ich athmete im selben Zeitraum 34 Mal. Ich hatte eine Empfindung von Druck und Bewegung in der Magengegend und bemerkte eine Zunahme des Speichelflusses, was mich zwang, sehr oft auszuspucken.

Nun trat ich ein. Nachdem ich 70 Minuten lang gesprochen hatte, verließ ich um 11 Uhr 40 Minuten, in Schweiß gebadet, den Hörsaal und seufzte tief auf, wodurch ich eine Erleichterung spürte. Ich schrieb, wie schon erwähnt, meinen

Puls mit dem Hydrosphygmographen auf. Ich füge hinzu, daß der Puls auf 106 Schläge in der Minute zurückgegangen war.

Die Temperatur war auf 38,7° gestiegen, während sie gegen Mittag bei mir zwischen 37,2° und 37,3° zu schwanken pflegt.

Ich schrieb mit dem Ergographen die Ermüdungskurve auf, indem der Mittelfinger der rechten Hand 3 Kilogramm aller zwei Sekunden aufhob. Ich vollbrachte eine mechanische Arbeit von 4,50 Kilogrammmeter. Zwei Stunden früher, als die Aufregung am stärksten war, hatte ich eine Arbeit von 5,95 Kilogrammmeter vollführt. Man sieht, daß ich noch nicht in das Stadium der Depression der Kraft eingetreten war, weil die nach der Vorlesung vollbrachte Arbeit noch etwas größer als die Normalarbeit derselben Stunde ist, welche 4,35 Kilogrammmeter beträgt. Subjektiv nahm ich wahr, daß die Erregung anfing zu weichen, um der Abspannung Platz zu machen. Mein Gang war schleppend, als hätte ich einen langen Marsch gemacht, und als ich mich am Nachmittag auf das Bett gelegt hatte, um etwas bequemer als gewöhnlich zu lesen, schlief ich ohne Unterbrechung zwei gute Stunden ganz fest, worauf ich gestärkt erwachte."

V.

Es giebt viele Arten Kolleg zu halten, verschieden je nachdem die Vorlesung theoretisch oder experimentell ist. Manche Professoren verlassen sich ganz auf ihr Gedächtniß, andere dagegen bedienen sich gemachter Notizen. Und auch hierin zeigen sich wieder viele Verschiedenheiten. Einige Lehrer legen die gemachten Notizen vor sich, sehen sie aber nicht an, andere wieder können keine zwei Sätze im Zusammenhang

sprechen, ohne hineinzusehen; einige machen sehr kurze Auszüge, andere machen dieselben so ausführlich, daß sie beinahe die ganze Vorlesung aufschreiben, und während sie mit der einen Hand gestikuliren, verfolgen sie mit dem Zeigefinger der anderen die Linien ihres Heftes, um den Faden nicht zu verlieren. Neuernannte Professoren lernen zuweilen die ganze Vorlesung auswendig; dies thun auch diejenigen, welche en grande toilette reden, wie sich ein Pariser Kollege ausdrückte, der mir von einem Professor erzählte, welcher die ganze Rede vor dem Spiegel einstudirte. Wer die Vorlesung auswendig hersagt, verräth sich leicht durch die monotone Stimme, die studirten Bewegungen und das ausdruckslose Auge. Man merkt diesen Professoren während des Redens an, daß sie nicht ganz bei der Sache sind, daß sie fürchten, sich zu zerstreuen und daß sie mit ihrer Zuhörerschaft nicht in Kontakt stehen.

Mit wenigen Ausnahmen fließen beim freien Vortrag die Worte schnell und farblos dahin. Gewöhnlich helfen sich junge Professoren, welche wenig rednerische Anlage und keine Schulroutine besitzen, durch Zahlen, Namen und Notizen nach, die sie an die schwarze Tafel schreiben und wenden dann häufig den Kopf, um nachzusehen; ja, sie heften minutenlang den Blick darauf, indem sie den Zuhörern den Rücken wenden. So groß ist ihre Furcht, den Faden zu verlieren, der ihnen den Weg aus diesem Labyrinthe zeigen soll.

Ich hörte von berühmten Professoren erzählen, daß sie im Anfang ihrer Laufbahn, aus Angst, eine Nummer, Formel, ein Datum oder einen Namen vergessen zu können, dieselben auf ihre Nägel oder Manschetten schrieben, ehe sie ins Kolleg gingen. Hernach bedienten sie sich dieses Hülfsmittels nicht, aber es nützte ihnen doch, um Muth zu fassen. Im Allgemeinen quält junge Professoren die Furcht, daß ihnen vor Ablauf der Stunde während des Sprechens der Stoff, den sie vorbereitet hatten, ausgehen könne. Nur lange Uebung

giebt das Gefühl für die Stunde und das genaue Maß für das, was sich im Verlauf derselben vornehmen läßt. Alte Professoren haben nicht nöthig, nach der Uhr zu sehen, um zu wissen, wann der Augenblick gekommen ist, ihren Vortrag zu schließen.

VI.

Die Stimmung ist eines der Gebiete in der Psychologie des Menschen, welches am wenigsten erforscht ist. Es sind Phänomene, die wir täglich beobachten, die aber trotzdem noch nicht wissenschaftlich methodisch analysirt worden sind. Morgens beim Aufstehen ist unser Befinden gut, aber ohne uns eines Grundes bewußt zu sein, bemerken wir, daß wir nicht gut aufgelegt sind. Zu anderen Zeiten wieder, wenn wir glauben, uns schlecht gelaunt an den Schreibtisch zu setzen, arbeiten wir besser als an anderen Tagen. Ebenso geht es mit dem Vortragen, von dem man vorher niemals sagen kann, wie es ausfallen wird. Manchmal findet man nicht die passenden Worte, um über einen Gegenstand, den man zu bemeistern glaubte, eine gute Vorlesung zu halten, und zu anderen Zeiten halten wir einen schönen Vortrag, wo wir fürchteten, nur mäßig vorbereitet zu sein.

Gewiß ist, daß in der Ernährung des Gehirnes höchst komplicirte Phänomene vorgehen müssen, von denen man einigen jetzt auf die Spur zu kommen beginnt; von anderen dagegen, die ebenfalls zweifellos vorhanden sind, haben wir noch nicht die entfernteste Idee. Die Giftstoffe, welche sich fortwährend in unserem Körper erzeugen und auch zerstören, müssen die Ursache dieser Veränderlichkeiten sein. Wahrscheinlich ist, daß der Magen und die Eingeweide der wichtigste Sitz der Veränderungen sind, die in unserer Seelenstimmung

vor sich gehen. Diese Ansicht ist ebenso alt, wie die Medicin, weil das Wort Melancholie, im Griechischen „schwarze Galle" bedeutet. Auch Nichtärzte haben schon übellaunige, melancholische Personen gekannt, welche Angst haben und nicht wissen warum. Aus einer Untersuchung ihres Körpers geht hervor, daß keine Funktion gestört ist, aber ihre Gemüthsstimmung ist gedrückt: sie weinen und sind unruhig. Prof. Albrecht Budge, einer meiner Freunde, der vor einigen Jahren der Wissenschaft geraubt wurde, litt unter schwerer Melancholie. Ich erinnere mich noch des schmerzlichen Eindruckes, den ich anläßlich eines Besuches bei ihm in Greifswald empfing, als er mir nach einem langen, in den herrlichen Wäldern an den Ufern der Ostsee gemeinschaftlich unternommenen Spaziergang das zeigen wollte, was ihm im Leben den größten Verdruß bereite. Er führte mich in sein Laboratorium, öffnete die Thür zum Hörsaal und sagte: „Sehen Sie, die wenigen Schritte, welche ich zurücklegen muß, um zu meinem Katheder zu kommen, sind das, was tagtäglich den Wunsch in mir weckt, meiner Lehrthätigkeit zu entsagen. Wenn Studenten im Saale sind, so ist es mir, als ginge ich auf der Kranzleiste eines Thurmes. Ich fühle, wie mein Herz heftig klopft, und ich zittere. Zuweilen ergreift mich auch ein Schwindel beim Eintritt in den Saal, und ich gehe immer tastend vorwärts, weil ich nichts unterscheide. Mein Assistent weiß das, und ich habe ihn gebeten, in meiner Nähe zu bleiben, bis ich sitze, weil ich fürchten muß, zu fallen."

Aber lassen wir diese schmerzliche Erinnerung. Ich glaube, Prof. A. Budge litt in leichtem Grade an jener Krankheit, welcher Westphal den Namen „Agoraphobia" gab. Als ich ihm dies jedoch andeutete, war seine Antwort, er könne Plätze und Straßen, ohne Angst zu fühlen, überschreiten, und ginge allein durch die Stadt, ohne sich jemals begleiten zu lassen.

Gewöhnlich machen die Professoren, wenn sie sich für

eine Vorlesung vorbereiten, Notizen auf ein Blättchen Papier. Ein Wort genügt schon, um sie an eine ganze Reihe von Thatsachen zu erinnern. Denen, welche eine lange Uebung im Lehren haben, ist sogar dieser Anhalt entbehrlich. Ich weiß von einem Kollegen, welcher seltsame Zeichen machte, eine Art Hieroglyphen, Figuren, über die man lachen mußte, und die er allein verstand. Er sagte mir: ich bediene mich des Blattes wie eines Linienblattes und weiß genau, Punkt für Punkt, wo ich bin, wie ich mich einrichten muß, ja selbst, welche Betonung erforderlich ist. Und mein Blättchen kenne ich so genau, obgleich ich es nur in der Tasche habe, daß ich weiß, wann ich am Ende einer Seite ankomme und in Gedanken das Blatt umschlagen muß.

Schließlich sind noch die Professoren zu nennen, welche zuweilen aus dem Stegreif eine Vorlesung halten über solche Kapitel ihrer Wissenschaft, die sie zu ihrem speciellen Studium gemacht haben. Dies sind die köstlichsten Stunden in der akademischen Thätigkeit, in denen man die eigenen Ideen entwickeln kann und fortgerissen wird wie von einem lebendigen Strom längst geklärter Gedanken. Die einzige Ungewißheit ist die, daß man nicht weiß, wie die Vorlesung zu Ende gehen wird. Aber die Zuhörer verstehen sofort, daß man das Terrain der Lehrbücher verlassen hat, um sich in die höheren Regionen der Wissenschaft zu erheben. Man bemerkt dies an der aufmerksamen Art, wie sich die Augen uns zuwenden, an den unbeweglich ausharrenden Schülern. Wer zuhört, nimmt Theil an der Erregung, die uns beherrscht, durchdrungen von dem Gefühl, daß er an der Quelle schöpft, wo eine neue Doktrin ihren Ausgang nimmt. Er versteht, daß unsere Erregtheit nicht aus einer Unklarheit des Gedankens entsteht, sondern daß im Gegentheil das Feuer des Gedankens uns belebt und mit fortreißt, und wir nur suchen, unsere Ideen in eine exaktere Form zu gießen und mit schöneren Worten einen lange liebgewonnenen Gedanken zu umkleiden.

Dies sind die Stunden, in denen wir uns verjüngt fühlen, in denen wir, von dem heiligen Feuer des Lehrerberufes durchglüht, die Gewißheit haben, daß kein Buch für uns eintreten kann und daß keines im Stande ist, gleich uns, erziehlich zu wirken. Was von neuen Begriffen und Gedanken unsere echoerweckende Stimme in solchen Augenblicken vorträgt, erschließt den jugendlichen Hörern neue Horizonte; einige derselben werden sie als theure Erinnerung lebenslang im Herzen bewahren, und uns bleibt die freudige Hoffnung, daß vielleicht eine jener Stirnen dereinst vom Glanz des Ruhmes, den wir umsonst erstrebten, umleuchtet werde.

VII.

Es gab Redner, welche, schmächtig und klein von Gestalt, wie Thiers und Guizot, drei Stunden anhaltend reden konnten und durch die Ausgiebigkeit ihrer Lunge und die Stärke ihres Gehirnes die Hörer in Erstaunen setzten. Aber das Stegreifreden der großen Redner, jene Ansprachen, welche ganze Versammlungen überwältigen, können nur wenige Minuten dauern. So machte es Mirabeau, welcher sich rasch erschöpfte, der aber sicher, selbst wenn er hätte länger reden können, verstanden hätte, die Ausbrüche seiner Beredtsamkeit zu zügeln, weil die Rührung sich abschwächt, wenn sie zu lange andauert.

In den Parlaments-Sitzungen und Gerichtsverhandlungen hört man Leute drei bis vier Stunden anhaltend reden, aber kein Professor hält länger als zwei Stunden Kolleg. Nur in Deutschland finden sich ausnahmsweise Professoren, welche ein dreistündiges Kolleg halten; ich habe indessen in Leipzig gesehen, daß die Studenten in den ziemlich langen Pausen ganz gemüthlich belegte Brötchen verzehrten.

In Italien sind die Professoren selten, welche anderthalb oder zwei Stunden ohne Unterbrechung lesen. Ich kenne jedoch einige, die drei einstündige Kurse nach einander lesen. Ich bedaure sie. Ich muß gestehen, daß ich nicht länger als eine Stunde sprechen könnte, ohne mich ungemein zu ermüden. Einer meiner Kollegen sagte mir, daß er nach zweistündigem andauernden Sprechen ein unwiderstehliches Bedürfniß fühle zu schweigen und ein Gefühl von Beklemmung auf der Brust empfände; seine eigenen Worte seien ihm widerwärtig und das Reden Anderer schläfere ihn ein. Da dieses Unbehagen erst mehrere Minuten nach Beendigung der Vorlesung verschwand, schrieb er dasselbe einer Hyperämie der Lunge und der dadurch bedingten Blutleere des Gehirnes zu. Ich glaube, daß er hierin nicht irrt, weil er sich bei mir beklagte, zuweilen einen leichten Schwindel und ein Gefühl der Leerheit im Kopfe empfunden zu haben.

Einer meiner Kollegen vergißt manchmal, rechtzeitig die Stunde zu beendigen und fühlt, wie er sagt, eine große Schwäche des Gesichts, nachdem er eine zu lange Vorlesung gehalten hat. Dies Phänomen bemerkt er besonders im Anfang des Sommers, wenn die übermäßige Hitze seine Verdauung beeinflußt. Alsdann genügt schon eine geringe Anstrengung des Gehirnes, besonders ein anderthalbstündiges Kolleg, um sein Auge so zu umschleiern, daß er nicht mehr lesen kann. Dies ist eine Asthenopie, welche aus der Erschöpfung des Nervensystems entsteht und schon wenige Stunden nach der Vorlesung verschwindet.

VIII.

Dr. Ignazio Salvioli, der mich im Laufe dieses Jahres mehrere Male während meiner Abwesenheit in der Schule

vertrat, stellte eine Reihe von Beobachtungen über die Veränderungen an, welche der Druck des Blutes, der Puls, die Athmung und die Temperatur erleiden. Aus einer Schrift, die er so freundlich war, für mich zu verfassen, ergiebt sich, daß wenn er am Morgen Kolleg zu halten hatte, die vorhergehende Nacht sein Schlaf unruhig war und er von selbst frühzeitig aufwachte. Im Laboratorium angekommen, bemerkte er, daß er bei der Zurüstung der Experimente für das Kolleg erregt und nervös sich geberdete, selbst die Blase und die Gedärme zeigten den Zustand seiner inneren Erregtheit an. Aber kaum war er um halb zehn Uhr in den Hörsaal getreten, so hörten alle Erscheinungen des Unwohlseins auf. Dr. Salvioli sagte mir, daß nach einem halbstündigen Vortrag eine angenehme Erregung über ihn gekommen sei. Ich führe hier einige Daten an, die ich den Notizen, welche er mir gütigst lieh, entnehme.

13. März 1891:

Um 8 Uhr 30 Minuten morgens machte der Puls 60 Schläge.

Um 10 Uhr 30 Minuten, wenige Minuten vor Eintritt in die Schule, ist derselbe auf 98 gestiegen.

Um 11 Uhr 35 Minuten, zehn Minuten nach Beendigung der Vorlesung, ist er auf 60 Schläge zurückgegangen.

Aus den Durchschnittszahlen der Beobachtungen, welche Dr. Salvioli an sich anstellte, würde sich indessen ergeben, daß auch nach Beendigung der Vorlesung die Frequenz des Pulses noch etwas über der normalen Durchschnittshöhe bleibt.

In Figur 25 ist A die Zeichnung des Pulses, welche Dr. Salvioli vor der Vorlesung mit meinem Hydrosphygmographen schrieb. Nachdem er den Arm aus dem Apparat genommen hatte, trat er sofort in den Hörsaal. Das Herz schlug 116 Mal in der Minute, und man sieht Ondulationen in der Kurve, welche den langsamen Veränderungen des Tonus

entsprechen, die periodisch in den Blutgefäßen entstehen. Die Athmung ist fast ohne Einfluß auf die Kurve.

Sobald die Vorlesung zu Ende war, schreibt Dr. Salvioli die Kurve B der Figur 25 unter genau denselben Bedingungen wie vorher. Der Puls ist weniger häufig; von 116 ist er auf 92 Schläge heruntergegangen. An den Tagen, wo Dr. Salvioli nicht Kolleg hält, hatte sein Puls zu derselben Stunde im Durchschnitt nur 69 Schläge. Die Spannung

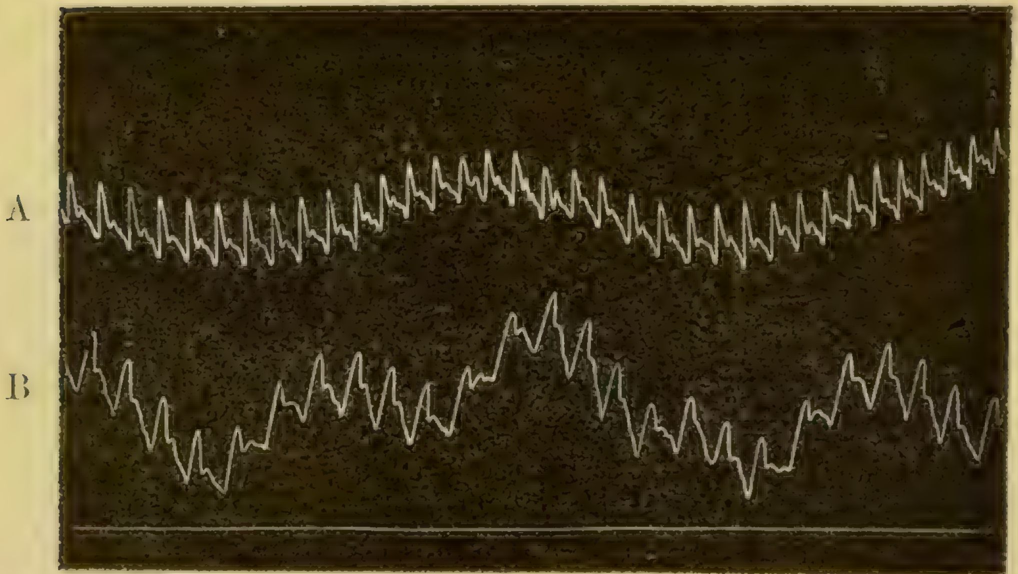


Fig. 25. (Dr. J. Salvioli) Veränderungen des Pulses, die durch eine Vorlesung über Physiologie bewirkt wurden. Die Kurve A ist vor Beginn derselben, die Kurve B nach Beendigung der Vorlesung aufgeschrieben.

der Gefäße ist geringer geworden, wie wir noch besser sehen werden, wenn ich andere Messungen über den Blutdruck anführen werde, die von Dr. Salvioli zu diesem Zwecke angestellt wurden. Der Einfluß des Athems tritt augenfällig in den Oscillationen zu Tage.

Dr. Salvioli erzählte mir, daß ihm vor seiner Vorlesung der Appetit vergangen sei. Ich sah tüchtige Redner, welche als Professoren berühmt waren, in gleicher Weise verstört,

wenn sie einen gedruckten Vortrag ablesen wollten. Ich erinnere mich eines Wahlbanketts, bei welchem einer der berühmtesten Abgeordneten der italienischen Kammer nicht aß und trank, weil er seine Rede zu halten hatte. Die Druckbogen hatte er in der Tasche und wollte seinen Wählern nur die Rede vorlesen. Ich wußte, daß er es immer so zu machen pflegte. Wenn ich in den Zeitungen von seinen lebhaften Zurufen lese und den Muth bewundern höre, mit dem er seinen Widersachern im Abgeordnetenhaus trotzt, so muß ich lächeln über seine Befangenheit seinen Wählern gegenüber.

IX.

Die zum Unterrichten in den Kriegsschulen kommandirten Officiere leiden ohne Zweifel am meisten durch das Vortragen. Ich habe in Italien und im Ausland Daten gesammelt; überall sind die Wirkungen schwerwiegend. Ich weiß von zwei Lehrern an Kriegsschulen, die schon nach wenigen Monaten ihre Vorträge einstellen mußten. Die Krankheit der Gehirnerschöpfung fing mit einer Gedächtnißschwäche an, die so groß war, daß sie nicht mehr verstanden, was sie lasen, und ein Lendenweh hatten, das weder durch Ruhe, noch durch Schlaf besser wurde. Einer dieser Officiere litt, wenn er sehr aufgeregt war, an großer Niedergeschlagenheit und Appetitlosigkeit, dabei verursachten ihm fortwährend Blutwallungen im Gesicht Beschwerden. Später verschlimmerte sich sein Zustand derart, daß er des Nachts wahre Hallucinationen bekam, welche verschwanden, sobald er beurlaubt wurde.

Durch verschiedene Gründe wird die Ermüdung bei den Lehrern der Kriegsschulen bedenklicher. In erster Linie ist es der Mangel an Uebung. Gewisse Officiere werden nur, weil sie sich ausgezeichnet haben und als strebsam und tüchtig

bekannt sind, unvermittelt dem Garnisonleben und den Exercir-plätzen entrissen, um in die enge Luft der Schulzimmer und Bibliotheken versetzt zu werden.

Vielen wird nicht einmal Gelegenheit und Zeit gegeben, sich auf ihre neue Stellung vorzubereiten, weil sie nach wenigen Wochen, oft schon nach wenigen Tagen nach Eintreffen der Ordre ihre Vorträge beginnen müssen. In den Hörsälen der Universität steht der Vortragende seinem Auditorium freier gegenüber, weil der Altersunterschied zwischen Lehrer und Schülern gewöhnlich bedeutender ist, als in den militärischen Anstalten. Die schärfere Disciplin in der Kriegsschule legt dem Lehrenden größeren Zwang auf. Auf der Universität zwingen wir Niemanden, auf den Schulbänken zu verweilen und uns zuzuhören. Die Studenten kommen freiwillig, und manche gehen fort, noch bevor die Vorlesung zu Ende ist. In den Militärschulen werden die Lernenden durch den eisernen Gehorsam der Subalternen gegen den Lehrer eingenommen, und der höhere Officier weiß, daß seine Zuhörer stillschweigend reagiren, wäre es auch nur durch eine scharfe Kritik bezüglich des Werthes seines Vortrages. Hiermit kommt ein schwerwiegender Faktor der Erschöpfung hinzu, der auf der Universität fehlt und der die Lage dessen erschwert, welcher Officieren Lehrstunden zu ertheilen hat.

Es kann indessen auch bei anerkannt berühmten Lehrern vorkommen, daß sie sich manchmal infolge eines Kursus von Vorträgen erschöpfen, die gründlicher studirt und mit größerer Sorgfalt ausgearbeitet sein wollen. Ich werde mich darauf beschränken, von mehreren Namen, die ich anführen könnte, nur einen als Lehrer berühmten Mann zu nennen: Huxley.

X.

Die Examina sind eine große Anstrengung für die Studenten und die Professoren. Die fortdauernde Aufmerksamkeit, welche das Fragen erheischt, die Einförmigkeit, die große Verantwortung, der Verdruß, hin und wieder Studenten zurückweisen zu müssen, die Aufregung, dem Publikum Rechenschaft ablegen zu müssen, und alle die noch schlimmeren Zustände, welche die intellektuelle Arbeit hervorruft, finden sich beim Examen vereinigt. Das Ermüdendste dabei ist das Herumstöbern in allen Fächern des Gedächtnisses, das Hervorsuchen neuer Fragenstellungen, um nicht immer dieselben Fragen zu wiederholen. Und dann handelt es sich nicht allein um das Fragen, sondern man muß forschen, ob nicht in der häufig verworrenen und abgebrochenen Antwort eine Spur des Wahren, ein Schimmer von der Kenntniß der Thatsache sich findet. Und wenn der Kandidat nicht antwortet, muß man ihm die Frage unter einem anderen Gesichtspunkt vorlegen, sie in andere Worte kleiden, das Problem in seine Theile zerlegen, damit er wenigstens einen oder den anderen erfasse. Ist der Student schüchtern, so muß man ihm durch einfache Fragen seine Befangenheit nehmen, zuweilen statt seiner reden, weil die Stille ihn noch mehr verwirren würde. Zuweilen melden sich Jünglinge, welche allzu viel Muth haben, denen das Reden leicht wird und die ihr Gedächtniß nicht im Stich läßt. Manche von diesen wissen jede Frage so zu wenden, daß sie den Faden einer auswendig gelernten Rede daran knüpfen können; sie gehen damit über die wesentlichen Punkte hinweg, schweifen von der Sache ab und widersetzen sich, weshalb man ihr Feuer dämpfen, sie aufhalten und wie hitzige Pferde langsam auf jene dauerhafte Bildung zurückleiten muß, welche die Grundlage für alles Wissen bildet.

Die Mitglieder der Prüfungskommission fühlen, falls sie ihre Gedanken nicht leicht auf andere Gebiete lenken können, bald die Wirkungen der intellektuellen Erschöpfung. Wer zugegen ist, kann nicht theilnahmlos bleiben, er wird durch tausend Peripetien, welche dabei vorkommen, ermüdet werden. Neben der Pflicht und Verantwortlichkeit für das Zeugniß, erweckt jeder neu auftretende Examinand Neugierde; Vergleiche werden angestellt, heitere und traurige Scenen spielen sich ab, was die Aufmerksamkeit nicht zur Ruhe kommen läßt. Und wehe dem, welcher sich von Ueberdruß übermannen läßt! Ihm wird das Examen die lästigste unter allen Pflichten eines Lehrers werden. Bis jetzt habe ich noch keinen unter meinen Turiner Kollegen gefunden, der nicht zur Zeit der Examina seine Untersuchungen einstellte oder seine Thätigkeit in gewisser Weise einschränkte, weil die Produktivität seines Gehirnes gewissermaßen als aufgehoben zu betrachten war. Ich kenne keinen Kollegen, der so kräftig wäre, daß er nach drei bis vier, den Examina gewidmeten Stunden, sich an den Schreibtisch zum Studiren hinsetzte. Mehr oder weniger geht in allen Professoren eine Charakterveränderung vor, welche sie, soviel ist sicher, weder liebenswürdiger noch vergnügter macht.

Zum Verständniß der Umstände, unter denen die Erfahrungen gemacht wurden, die ich im Begriff stehe zu erörtern, erinnere ich daran, daß die Prüfungen im Juni und Oktober stattfinden. Jeder Lehrer hat Fragen zu stellen über den von ihm behandelten Lehrgegenstand und die Prüfung dauert mindestens zwanzig Minuten für jeden Studenten. An den großen Universitäten, wie Turin, sind zuweilen mehr als hundert Examinanden zu prüfen. Dr. Maggiora als Privat-Docent der Hygiene vertrat Professor L. Pagliani, welcher als General-Direktor der öffentlichen Gesundheitspflege nach Rom berufen worden war. Präsident der aus Professor Bizzozero und Dr. Soave zusammengesetzten Kommission war

Dr. Maggiora; er hatte auch die Fragen zu stellen. Das physiologische Laboratorium ist nahe der Universität, und sogleich nach Beendigung der Prüfungen konnten die Ermüdungs-Kurven mittels des Ergographen aufgenommen werden.

Ich hatte verschiedene Versuche an mir und meinen Kollegen angestellt und führe die an Dr. Maggiora gemachten Beobachtungen an, weil die Wirkungen der intellektuellen Ermüdung an ihm mehr als an irgend einem anderen meiner Freunde augenfällig hervortreten.

XI.

Am 9. Juni 1889 schreibt Dr. Maggiora, bevor er die Prüfungen beginnt, die Zeichnung der freiwilligen Kontraktionen des Mittelfingers der linken Hand, ein Gewicht von zwei Kilogramm im Intervall von zwei Sekunden aufhebend. Der Kürze halber führe ich die Zeichnungen dieses Versuches hier nicht an, da ich dieselben schon in meiner Abhandlung über die Gesetze der Ermüdung veröffentlicht habe.

Um 2 Uhr Nachmittags beginnen die Examina in der Hygiene. Dr. Maggiora hält deren 11 ohne Unterbrechung, wodurch sein Gehirn drei und eine halbe Stunde in Thätigkeit erhalten bleibt. Zu der intellektuellen Anstrengung gesellten sich die Gemüthsbewegung und die Verantwortlichkeit des Lehrens, die er zum ersten Male in Gegenwart kompetenter Kollegen empfand, welche als Mitglieder der Prüfungskommission zugegen waren.

Sobald diese Prüfungen zu Ende waren, kehrte Dr. Maggiora ins Laboratorium zurück, wo er unter gleichen Umständen um 5 Uhr 45 Minuten die Ermüdungs-Kurve aufschrieb. Die erste Kontraktion ist noch stark, aber die folgenden nahmen rasch an Höhe ab, und nach neun Kontrak-

tionen ist die Energie des Muskels schon völlig erschöpft. Es ist wohl unnöthig zu bemerken, daß Dr. Maggiora die Hand zu nichts Anderm, als zu dem Versuche, von dem wir die Zeichnung geben, gebraucht hatte. Um 6 Uhr speiste er, um 7 Uhr kam er ins Laboratorium zurück, um eine dritte Kurve zu schreiben, aus der ersichtlich ist, daß die Muskelstärke schon etwas zugenommen hat, obschon sie noch weit hinter der normalen zurückbleibt.

Wenn wir diese so beträchtliche Abnahme der Muskelkraft infolge einer Gehirnarbeit betrachten, so kommt uns zuerst der Gedanke, daß die hier beobachtete Ermüdung centralen Ursprunges sei, daß es der Wille sei, der nicht mehr mit gleicher Kraft auf die Muskeln wirken könne, weil die Erschöpfung der psychischen Centren sich auch über die motorischen Centren ausgebreitet hat. Der folgende Versuch zeigt, daß die Sache bedeutend verwickelter ist.

Wir leiteten den elektrischen Strom derart auf die Haut nahe der Achselhöhle, daß der Nerv des Armes gereizt wurde; oder, wir setzten auch die Elektroden direkt auf die Muskeln des Vorderarmes, damit sie sich ohne Zuthun des Willens zusammenzögen; die Zeichnungen wurden denen gleich, welche unter dem Einfluß des Willens entstanden waren.

Die Zeichnung Figur 26 wurde am folgenden Tage bei direkter Reizung der Beugemuskeln geschrieben. Die Reizung wurde, wie gewöhnlich, aller zwei Sekunden wiederholt, der Mittelfinger der linken Hand hob, indem er sich unwillkürlich zusammenzog, ein Gewicht von 500 Gramm. Es wurden vor Anfang der Prüfungen drei Zeichnungen aufgenommen, die untereinander gleich sind. Ich führe die an, welche um 9 Uhr Vormittags aufgeschrieben wurde.

Um 2 Uhr fangen die Prüfungen in Hygiene an. Dr. Maggiora befragt zwölf Studenten. Um 5 Uhr

30 Minuten sind die Examina zu Ende und die Zeichnung Nr. 2 der Fig. 26 wird aufgeschrieben, woraus ersichtlich, daß die Muskelkraft bedeutend abgenommen hat. Anstatt der 53 Kontraktionen, durch denselben elektrischen Strom veranlaßt, erschöpft sich der Muskel durch 12 Kontraktionen. Nach zwei Stunden wird die Kurve 3, Fig. 26 aufgeschrieben und man sieht, daß die Ermüdung noch nicht vorüber ist, ungeachtet der vollständigen Ruhe.

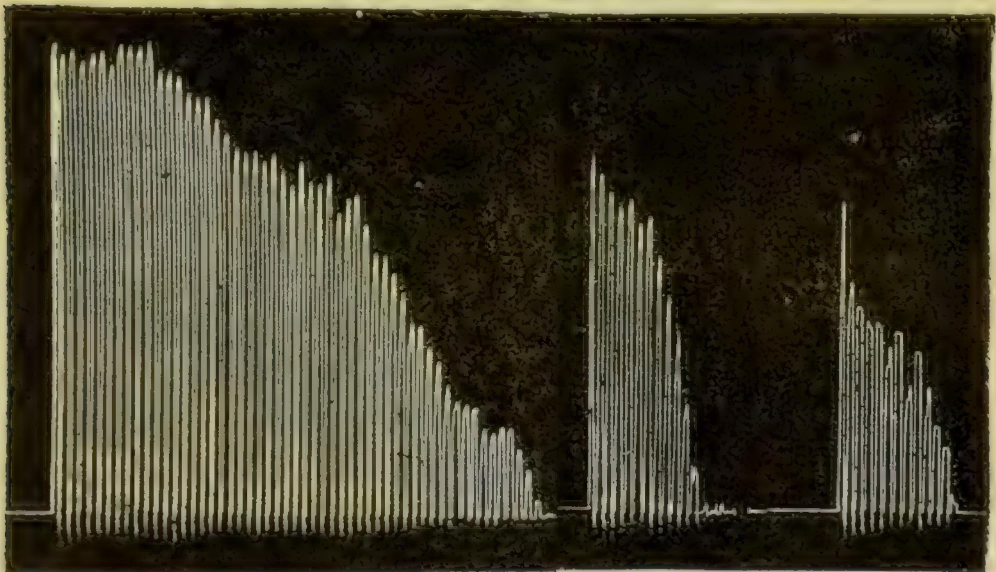


Fig 26. (Dr. Maggiora) Unwillkürliche Zusammenziehungen. Abnahme der Muskelstärke, bewirkt durch die Examina. — Die Beugemuskeln werden aller zwei Sekunden durch einen elektrischen Strom gereizt. 1) Zeichnung, welche vor den Examina geschrieben wurde. — 2) Sofort nach Schluß derselben aufgenommene Zeichnung. — 3) Zwei Stunden nach Schluß der Examina aufgenommene Zeichnung.

Es ist also nicht allein der Wille, sondern es sind auch die Nerven und Muskeln, welche infolge der scharfen Gehirnarbeit ermüden. Behalten wir von diesem Versuche im Gedächtniß, daß die Ermüdung durch intellektuelle Arbeit sich auch auf der Peripherie des Körpers kundgiebt, und die Wichtigkeit solcher Beobachtungen wird uns in Bälde klar werden.

XII.

Edmondo de Amicis ist unter allen, die ich befragte, derjenige, welcher am genauesten die Beziehung, die zwischen der Gehirn- und Muskelermüdung besteht, beobachtet hat. Nach einer auf mehrere Tage ausgedehnten, scharfen intellektuellen Arbeit bemerkt er eine leichte Unsicherheit in den Arm- und Beinbewegungen. Als ich ihn nach Verlauf einiger Jahre, nachdem er mir diese an sich selbst gemachte Erfahrung erzählt hatte, von neuem fragte, war seine Antwort, daß er in dieser Zwischenzeit die Beobachtung wiederholt habe und daß der Unterschied augenfällig in seinen Armbewegungen hervortrete, weil er nach vier- oder fünfstündiger angestrengter Arbeit nicht mehr ebenso sicher den Arm ausstrecken und die Thürklinke erfassen könne, um aus dem Zimmer hinauszugehen.

Einige Freunde, welche ich über die Ermüdungsphänomene befragte, sagten mir, daß sie nach anstrengender geistiger Arbeit, die sie stehend am Schreibtisch vorgenommen, sich weit ermüdeter in den Beinen gefühlt hätten, als wenn sie den Tag über zur Unterhaltung lesend und sich ausruhend, mit Abfassung einer nicht allzu ernsten Arbeit beschäftigt gewesen wären.

Die Zeichnungen Dr. Maggiora's bestätigen alles das, was De Amicis schon in den Muskeln seiner Hand ohne Anwendung von Instrumenten gefühlt hatte. Die Muskelkraft Dr. Maggiora's nahm infolge der Examina rasch ab. Die Nachtruhe reichte nicht mehr hin, seinen Organismus zu den Normalbedingungen wiederherzustellen, und in den vorstehenden, unter Beihülfe des Willens geschriebenen Kurven, habe ich das Gewicht von drei auf zwei Kilogramm herabsetzen müssen. Nach den Tagen, an welchen sich Dr. Maggiora übermäßig durch die Prüfungen ermüdete, war sein Nachtschlaf weniger gut.

Diesen Versuchen haben mehrere Kollegen beigewohnt, und es ist sicher, daß die Abnahme der Muskelkraft der über-

mäßigen Anstrengung des Gehirnes zuzuschreiben ist. Dr. Maggiora aß mit seinem gewöhnlichen Appetit, und es zeigte sich kein anderes Phänomen außer der Gehirnermüdung bei ihm. Um jeden Zweifel zu beseitigen, daß die Schwäche etwa von anderen Ursachen herrühren könne, bringe ich hier eine Zeich-

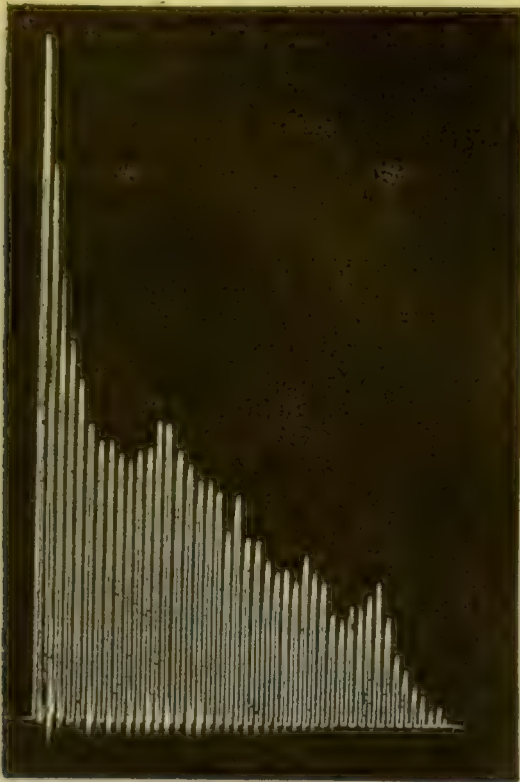


Fig. 27. (Dr. Maggiora) Normalzeichnung, am letzten Tage der Prüfungs-Sitzungen aufgeschrieben, als seine Kräfte aufs Aeußerste erschöpft waren, was der geistigen Anstrengung der vorhergehenden Tage zuzuschreiben ist.

nung, welche beweist, daß die Muskelstärke sofort zu ihrem Normalwerth wieder aufstieg, sobald die Prüfungen beendet waren.

Am Morgen des 13. Juli 1889 schreibt Dr. Maggiora die Ermüdungskurve Fig. 27, indem er zwei Kilogramm im Intervall von zwei Sekunden mit dem Mittelfinger der linken Hand aufhebt. Die Zahl der Kontraktionen beträgt 44. Die geleistete Arbeit ist = 1,762 Kilogrammmeter.

Am Nachmittag desselben Tages erledigt er die letzten Prüfungen in dieser Sitzung und fühlt sich wie gewöhnlich sehr erschöpft.

Wir hatten verabredet, daß er, um die Wirkung einer gänzlichen, intellektuellen Ausspannung zu erproben, sofort nach Beendigung der Examina aufs Land gehen solle. Er

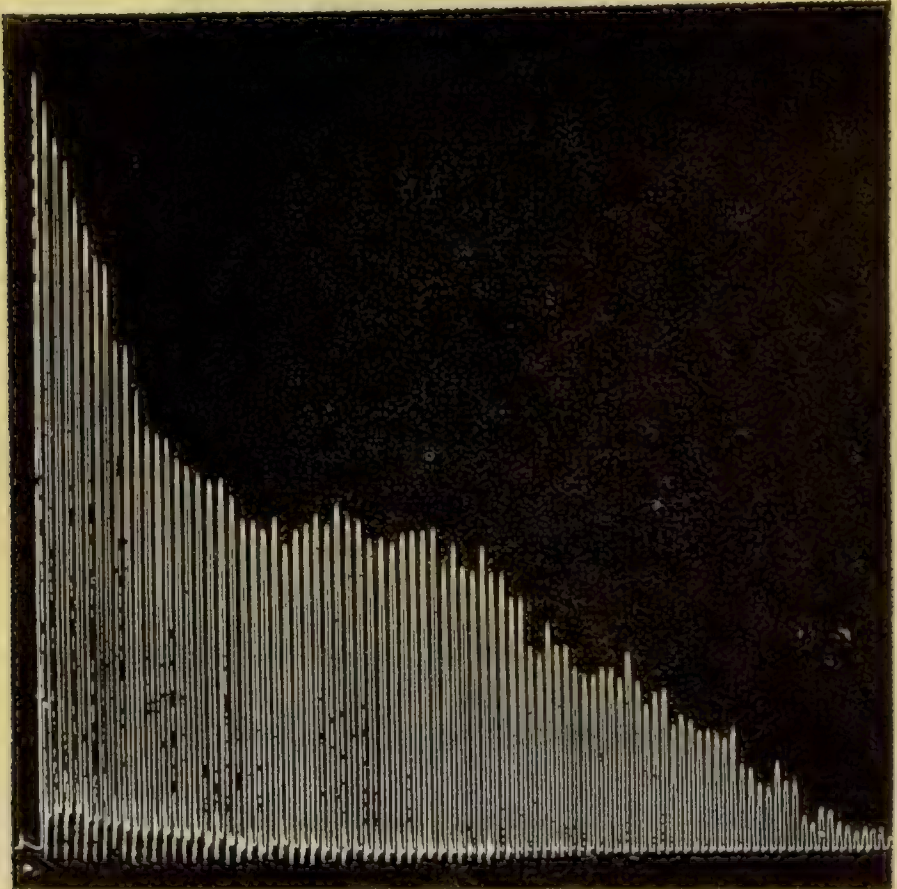


Fig. 28. (Dr. Maggiora) Zeichnung, welche nach drei Tagen des Ausruhens, welche der Examen-Sitzung folgten, aufgeschrieben wurde.

reiste denn auch in der That an demselben Abend nach Asti ab, um keinerlei Gelegenheit zu Störungen zu begegnen, und verbrachte dort zwei Tage bei seinen Eltern in vollständigstem Müßiggang. Bei seiner Rückkehr nach Turin am dritten Tage schrieb er die Kurve, Fig. 28, aus welcher ersichtlich, daß die

Muskelstärke sich äußerst schnell wieder herstellt. Die zwei Kurven haben im Profil eine gewisse Aehnlichkeit, aber die Arbeitsmenge, welche in dieser letzten Zeichnung ausgeführt wurde, ist = 4,634 Kilogrammmeter, während die vorige nur 1,762 Kilogrammmeter repräsentirt; was die Zahl der Kontraktionen betrifft, so stehen sie im Verhältniß von 44 zu 91.*)

XIII.

Die von mir beobachteten, durch intellektuelle Arbeit in der Muskelkraft Dr. Maggiora's bewirkten Veränderungen,

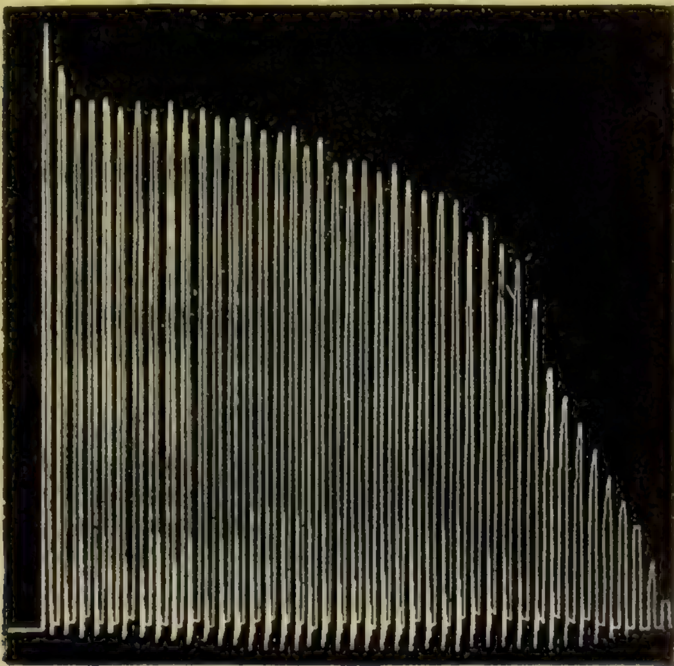


Fig. 29. Zeichnung des Dr. Maggiora. Juni 1890. 1) Vor den Prüfungen.

hatten mich derart in Erstaunen gesetzt, daß ich ihn im folgenden Jahre zur Zeit der Examina bat, noch einmal dieselbe

*) Die Resultate dieser Versuche veröffentlichte ich im Archiv für Physiologie, herausgegeben von Prof. Du Bois-Reymond (Ueber die Gesetze der Ermüdung) 1890; sodann im Französischen in den Archives italiennes de Biologie. Tome XIII, p. 154.

Reihenfolge von Untersuchungen wiederholen zu dürfen. Für seine Gefälligkeit und Aufopferung sage ich ihm hiermit meinen wärmsten Dank.

Am 18. Juni 1890 schreibt Dr. Maggiora die Normalkurve, welche Fig. 29 darstellt, indem er mit dem Mittelfinger der rechten Hand aller zwei Sekunden ein 3-Kilogramm-Gewicht aufhebt. Der Leser, welcher sich der Zeichnung, Fig 28, des vergangenen Jahres erinnert, wird sogleich die große Differenz

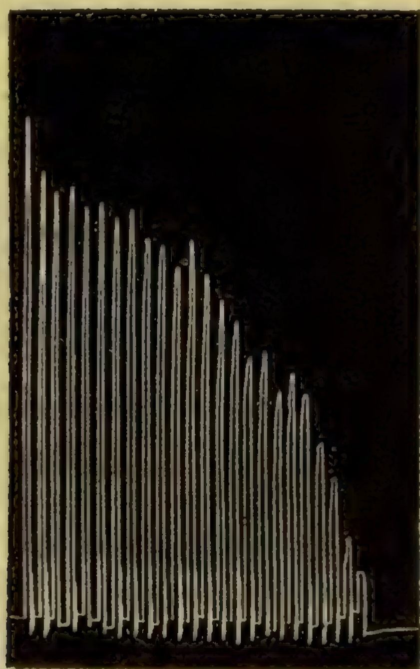


Fig 29a. 2) Nachdem er 14 Prüfungen vorgenommen hatte.

bemerken, welche sich hier in der Höhe der Kontraktionen und im Profil der Kurve kundgiebt. Diese Veränderung im Typus der Kurve entspricht einer großen, im allgemeinen Gesundheitszustande Dr. Maggiora's eingetretenen Besserung. Er hatte an Körpergewicht zugenommen, war viel stärker und dicker geworden und gab an, er habe sich niemals so wohl gefühlt. Wir müssen uns erinnern, daß in den hier vorliegenden Zeichnungen Dr. Maggiora drei Kilogramm hob, während es zwei

auf den frühern waren. Der Unterschied ist auch noch davon abhängig, daß dies die erste nach einer langen Zeit des Ausruhens hergestellte Kurve ist, während Fig. 27 und 28 Zeichnungen darstellen, welche geschrieben wurden, als die Kraft Dr. Maggiora's durch die Prüfungssitzungen geschwächt war, aus welchem Grunde das Gewicht von drei auf zwei Kilogramm hatte heruntergesetzt werden müssen.

Am 19. Juni 1890 beginnen die Examina. Die am Morgen geschriebenen Kurven sind denen des vorigen Tages gleich. Fig. 29, 1, repräsentirt die Normalkurve.

Zahl der Kontraktionen = . . 40
Arbeit in Kilogrammmeter = . 6,087

Nach Erledigung von vierzehn Examina schreibt Dr. Maggiora von neuem die Ermüdungskurve mit derselben Hand Fig. 29, 2, in welcher eine große Abnahme der Kraft ersichtlich ist, wenngleich ein etwas geringerer Unterschied als im vergangenen Jahre sich kundgiebt.

Zahl der Kontraktionen = . . 24
Arbeit in Kilogrammmeter = . 2,745

Ich habe wiederholt Versuche mit direkter Reizung der Muskeln und mit Reizung des Nerven angestellt und erhielt dieselben Ergebnisse, wie im verflossenen Jahre.

Die Meldungen der Studenten zum Examen werden meist im Anfang oder am Ende des Monats entgegengenommen; dazwischen liegt eine Ruhezeit. Ich bat Dr. Maggiora auch am letzten Tage, als dem anstrengendsten, die Ermüdungskurve aufzuschreiben.

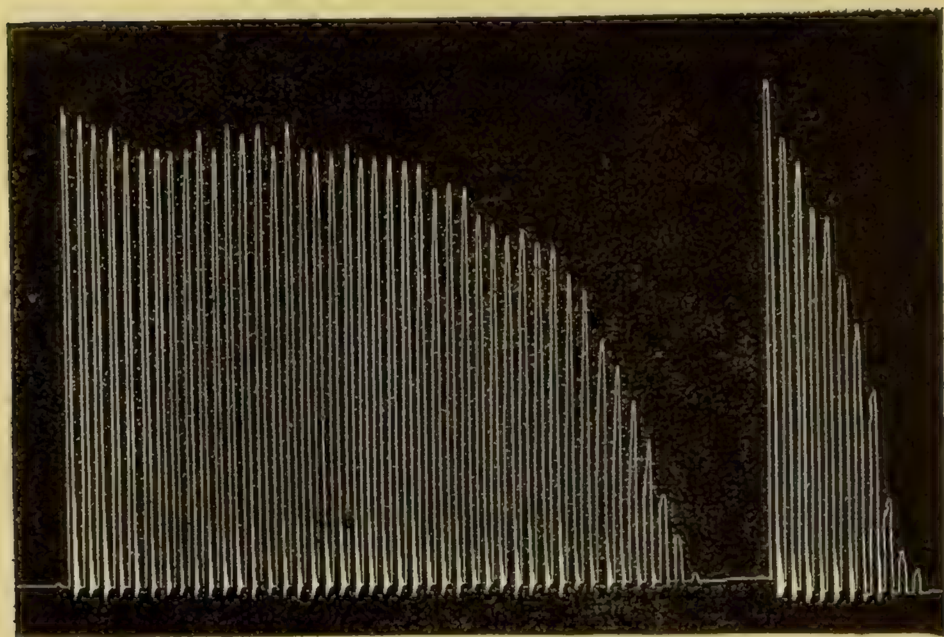
Die Zeichnung 30, 1, ist die mit der rechten Hand geschriebene Normalkurve, indem der Mittelfinger 3 Kilogramm im Intervall von zwei Sekunden hob.

Zahl der Kontraktionen = . . 43
Arbeit in Kilogrammmeter = . 5,694

Nachdem Dr. Maggiora 19 Examina erledigt hat, kehrt er

um 5 Uhr 15 Minuten sehr ermüdet ins Laboratorium zurück und schreibt die Zeichnung 30, 2, aus welcher eine außerordentliche Abnahme der Widerstandskraft gegen Anstrengung hervorgeht, wenngleich die erste Kontraktion ebenso hoch ist, wie die erste des ausgeruhten Muskels.

Zahl der Kontraktionen = . . 11
Arbeit in Kilogramm = . . . 1,086



1 2

Fig. 30. Zeichnungen des Dr. Maggiora, am letzten Tage der Prüfungssitzungen geschrieben. Juli 1890 1) Vor den Prüfungen. — 2) Nachdem er 19 Prüfungen vorgenommen hatte.

Die Gehirnermüdung mindert die Kraft der Muskeln und wir messen mit dem Ergographen aufs Genaueste diese Erscheinung. Das Bedürfniß des Ausruhens nach einer scharfen Gehirnarbeit entsteht demnach daraus, daß die Nervencentren erschöpft und die Muskeln schwach sind. Das Gefühl des Uebelbefindens und die Niedergeschlagenheit, welche die intellektuelle Ermüdung charakterisiren, stammen daher, daß das schon erschöpfte Gehirn einen stärkeren Anreiz in die

Nerven senden muß, um eine Zusammenziehung zu erzeugen. Die Erschöpfung ist zweifach: central und peripherisch. Dies macht uns erklärlich, warum nach einer Anstrengung des Gehirnes eine jede Bewegung, selbst die kleinste, uns das Gefühl der Kraftarmuth giebt, und jeder zu überwindende Widerstand drückender von uns empfunden wird. Unter solchen Umständen schreckt man vor gewaltsamen, weil schädlichen Körperbewegungen zurück; eine Fechtübung, Turnen oder rgend wel che andere Muskelanstrengung verschlimmern den Zustand.

Demnach ist es ein physiologischer Irrthum, wenn man die Schulstunden der Kinder durch Turnübungen unterbricht, in der Absicht, dadurch die Gehirnerschöpfung zu vermindern. Um die durch intellektuelle Arbeit geschwächten Kräfte des Organismus wiederherzustellen, giebt es kein anderes Mittel als Stillsitzen und Ausspannung. Zwingen wir das Nervensystem zu einer Muskelanstrengung nach einer Gehirnanstrengung, so finden wir die Muskeln weniger arbeitstüchtig und wir fügen damit der Gehirnanstrengung noch eine andere Anstrengung hinzu, welche, wie wir später sehen werden, gleicher Art ist und das Nervensystem ebenso schädigt. Zur Wiederherstellung der Kräfte ist es am besten, sich ruhig zu verhalten und zu zerstreuen, bezw. die Knaben in freier, reiner Luft spielen und sich herumtummeln zu lassen.

XIV.

Zwischen Muskeln und Gehirn giebt es nur zwei Kommunikationswege: die Nerven und das Blut. Beim jetzigen Stande der Wissenschaft berechtigt uns nichts zu der Voraussetzung, daß, während die Muskeln ausruhen, das arbeitende Gehirn etwas in die Muskeln auf dem Nervenwege senden könne. Wenn wir das Gehirn und die Muskeln zwei Tele-

graphenstationen vergleichen, so wissen wir, daß die Nerven, welche die Verbindung herstellen, nicht ermüden. Aber die Central- oder psychische Station kann die peripherische oder Muskelstation beeinflussen, selbst wenn diese letztere nicht arbeitet, weil das Gehirn und die Muskeln ganz von Blut umgeben sind. Der Strom dieser Flüssigkeit kann etwas Schädliches, was sich im Gehirn durch seine Thätigkeit erzeugt hat, in die Muskeln einführen. Es ist auch möglich, daß der Blutstrom nützliche Stoffe den Muskeln entzieht, um sie dem Hirn zuzuführen, welches großer Energievorräthe bedarf, um sie in Gedankenarbeit umzusetzen. Prüfen wir diese letztere Hypothese, weil wir auf erstere schon einen Hinweis im fünften Kapitel gegeben haben.

Wir wissen, daß unzureichende Ernährung Magerkeit zur Folge hat. Was zuerst schwindet, ist das Fett, weiterhin verzehren sich auch die Muskeln, besonders aber sind es die innern Organe, welche absterben.

Bei dem Hungertod schrumpfen die Milz und die Leber auf mehr als die Hälfte ihres Normalgewichtes ein. Die Muskeln verlieren 30%. Nur das Herz und das Gehirn erfahren keine Abnahme und magern, um es so auszudrücken, beim Hungertod nicht ab.

Als Chossat im Jahre 1843 die Thatsache verkündete, daß das Gehirn bis zur letzten Stunde der durch Nahrungsmangel herbeigeführten Erschöpfung Widerstand leistet, entstand große Verwunderung unter den Physiologen. Vielen schien es unbegreiflich, daß das Hirn in dem Maße widerstandsfähig sei, daß es alle anderen Organe überlebe. Aber indem sie die Experimente Chossats wiederholten, mußten sie sich überzeugen, daß bei den Thieren und Menschen, deren Tod durch Entkräftung eintritt, das Gehirn nichts von seinem Gewicht verliert. Aber wenn das Gehirn das Organ ist, in welchem der Stoffwechsel am lebhaftesten vor sich geht, wie läßt sich

dann erklären, daß gerade das Gewicht des Gehirnes nicht abnimmt, während der ganze übrige Körper verfällt?

Um die Herrschaft des Gehirnes über alle Organe des Körpers und den Mechanismus zu verstehen, mit welchem sie sich bei der Inanition zerstören, um das Gehirn zu ernähren, muß ich an einige Untersuchungen erinnern, welche Professor Miescher in Basel an den Lachsen anstellte. Diese Fische, welche im Atlantischen Ocean und in der Nordsee leben, nähern sich im März den Mündungen der großen Flüsse, und nachdem sie sich kurze Zeit dort aufgehalten, um sich an das Süßwasser zu gewöhnen, schwimmen sie flußaufwärts. Im Rhein dringt der Lachs bis zu den Alpen vor, aber sobald er in das Süßwasser gekommen ist, frißt er nicht mehr. Unter ungefähr 2000 Lachsen, welche Prof. Miescher*) im Laufe von vier Jahren in Basel untersuchte, fand er nicht einen, dessen Magen irgend etwas enthalten hätte. Zweifellos steht fest, daß der Lachs von dem Moment seines Eintrittes in den Rhein bis zu dem des Eierablegens bezw. Befruchtens nicht frißt. Aber sein Organismus erleidet in dieser Zwischenzeit eine tiefgehende innere Verwandlung. Die vom Meere hereinkommenden Salme sind sehr fett, ihr Fleisch ist roth und äußerst schmackhaft, die Haut braun mit rothen Flecken; wenn sie dagegen nach mehreren Monaten des Fastens zum Meere zurückkehren, sind sie nicht wiederzuerkennen, weil sie so mager geworden sind. Die Haut hat eine hellere Farbe bekommen und das Fleisch, weiß und weniger schmackhaft geworden, ist fast werthlos. Während die Salme mehr als tausend Kilometer bis über Basel hinaus gegen den Strom schwimmen, nimmt der Eierstock in den weiblichen Lachsen fort-

*) Miescher, Statistische und biologische Beiträge zur Kenntniß vom Leben des Rheinlachses. Internationale Fischerei-Ausstellung zu Berlin 1880.

während an Volumen zu. Ende Juli wiegt der Eierstock nur 4 % des ganzen Körpers, gegen Ende November 25 %. Das Fett und die Muskeln verzehren sich allmählich, die dort angehäuften Stoffe werden gelöst, gehen in das Blut über und dienen zur Bildung der Eier; diese Umlagerung nimmt derartig enorme Dimensionen an, daß der Eierstock allein den dritten Theil der ganzen festen Körpersubstanz repräsentirt.

Eine analoge Veränderung findet in den männlichen Lachsen statt. Die Hoden bilden im Winter nur den tausendsten Theil des Körpergewichtes; aber kaum tritt der Fisch in Süßwasser ein, so fließt das Blut reichlicher dorthin, und im August scheinen diese Organe entzündet, so lebhaft circulirt das Blut darin. Während dessen nehmen die Muskeln fortwährend an Volumen ab und lösen sich nach und nach auf. Ihr Eiweißstoff dient zum Aufbau der Hoden, welche, ebenso wie der Eierstock des Weibchens, anwachsen und sich zum Geschäft der Reproduktion vorbereiten. Im September und Oktober sind die Hoden um das Fünfzigfache umfangreicher geworden; im November wird ihr Aussehen verändert und aus einer dunklen gelatineartigen Masse werden sie weiß und sind von einer milchähnlichen Flüssigkeit geschwollen.

Die Verwandlung der lebenden Stoffe im Innern des Lachses, wie sie von Prof. Mieſcher studirt wurde, die Verschiebung der Eiweißkörper von den Muskeln nach den Zeugungsorganen hin, sind eine höchst wichtige Thatsache, und die Kenntniß der kleinsten Einzelheiten, welche bei dieser Verwandlung vorgehen, verdankt die Physiologie den ausdauernden Forschungen des berühmten Baseler Physiologen. Der Lachs, welcher mehrere Monate in der raschen Strömung des Rheines sich bewegt, verdaut nicht nur nicht, sondern er muß auch noch einen Theil seiner Muskeln und seines Nervensystemes bei der andauernden Anstrengung des Schwimmens verbrauchen. Nach den Berechnungen des Prof. Miescher verliert ein

Lachs von 10 Kilogramm etwa 7 Gramm täglich an Gewicht.

Ungeachtet dieses Verlustes und trotz des Nahrungsmangels geht im Innern des Körpers eine tiefgehende Veränderung vor. Prof. Miescher stellte durch eine Reihe sorgfältiger Wägungen fest, daß die Rückenmuskeln in dem Maße abzehren, als der Eierstock wächst, und daß die Abnahme der Muskeln der Zunahme des Eierstocks entspricht. Eine der wichtigsten Thatsachen, welche sich aus diesem Studium ergeben haben, ist die, daß der Organismus aus dem Eiweiß, dem Fett und den Phosphaten des Muskels mittelst besonderer, chemischer Operationen neue charakteristische Zusammensetzungen erzeugen kann, unter welchen das Lecithin zu nennen ist. Diese Substanz ist in großer Menge nicht nur in den Eiern der Fische, sondern auch in unserem Gehirne enthalten. Und deshalb halte ich es für wahrscheinlich, daß nicht nur beim Fasten, sondern auch bei der Erschöpfung des Gehirnes, welche durch übermäßige Arbeit hervorgebracht wird, die Muskeln, auf dem Wege des Blutes, einen Theil ihrer Eiweißkörper an das Gehirn abgeben können.

Die weniger wichtigen Gewebe werden zuerst der Feuersbrunst geopfert, welche das Leben zerstören muß, wenn dem Körper keine Nahrung mehr zugeführt wird. Bis zum letzten Augenblicke, so lange es möglich ist, das Leben zu erhalten, werden sich alle Organe verzehren, ausgenommen das Herz und das Gehirn. Und selbst wenn das Herz durch den Hunger auf das Aeußerste erschöpft und die Blutwärme auf 30° zurückgegangen ist, und die Herzschläge matter und langsamer geworden sind, so harrt gerade dieses Organ, welches sich zuerst in Bewegung setzte, treu bis zum Ende in seinen Funktionen aus, und wird die letzten Rückstände von Energie aus den abgezehrten Organen aufsammeln, um sie dem Gehirne zu übermitteln. Die letzte Anleihe, die letzte Uebergabe

von dem Lebensstoff des Körpers an das Gehirn wird mit dem letzten Herzschlag ausgeführt werden.

Wunderbares Beispiel eines organischen Gefüges, wo die Oberherrschaft des Intellekts geachtet und erhalten wird bis zum letzten Augenblick, zur schrecklichsten aller Auflösungen, dem Hungertode!

XV.

Im Anfang dieses Kapitels haben wir die von Professor Aducco aufgeschriebenen Zeichnungen mit denen Dr. Maggiora's verglichen. Wir werden denselben Vergleich auch bezüglich der durch die Examina hervorgebrachten intellektuellen Ermüdung anstellen.

Am 16. Oktober 1890 vertrat mich Prof. Aducco in der Kommission für die Prüfungen in der Physiologie und erwies mir zugleich die Gefälligkeit, durch Anstellung eines Versuches die Veränderungen in der Ermüdungskurve zu studiren. Um 1 Uhr 30 Min. Nachm. schrieb er eine Zeichnung mit dem Ergographen, indem er 3 Kilogramm im Intervall von zwei Sekunden mit dem Mittelfinger der linken Hand aufhob. Er machte 40 Kontraktionen, um die Kraft der Beugemuskeln zu erschöpfen. Die hervorgebrachte mechanische Arbeitsmenge beläuft sich, wenn man die Höhe aller Kontraktionen summirt und mit 3 multiplicirt, auf 4,416 Kilogrammmeter.

Um 2 Uhr Nachm. beginnen die Prüfungen in der Physiologie. Es haben sich für diesen ersten Tag 16 Studenten gemeldet und Prof. Aducco muß sie alle examiniren. Nach den ersten sieben Prüfungen wird eine halbstündige Pause gemacht. Prof. Aducco geht ins Laboratorium zurück und schreibt abermals eine Kurve mit dem Ergographen.

Zahl der Kontraktionen 56.

Mechanische Arbeitsmenge 5,106 Kilogrammmeter.

Es wiederholt sich hier also dieselbe Erscheinung, die wir bei den Vorlesungen eintreten sahen, nämlich, daß intellektuelle Anstrengung die Muskelkraft Prof. Aducco's erhöht und daß eine centrale Erregung in ihm vorhanden ist, die den Schaden, welchen die Ermüdung dem Muskel zufügt, ausgleicht.

Die Examina nehmen ihren Fortgang, sobald Prof. Aducco wieder in der Universität erscheint und dauern bis 7 Uhr. Nach einer scharfen Gehirnarbeit von fünf und einer halben Stunde Dauer schreibt Professor Aducco eine neue Zeichnung, aber diesmal beginnt seine Kraft abzunehmen.

Zahl der Kontraktionen 38.

Mechanische Arbeitsmenge 4,131 Kilogrammmeter.

Man sieht also, daß die Zunahme der Kraft vorübergehend ist und eine Abnahme der Muskelkraft sich auch an Prof. Aducco kundgiebt, wenn die Gehirnarbeit genügend lange Zeit andauert.

Noch andere Versuche, die Prof. Aducco über den Einfluß der Examina anstellte, lieferten dasselbe Ergebniß. Der Kürze halber enthalte ich mich, das Resultat dieser Versuche anzuführen. Zum Schluß möchte ich noch eine Erfahrung mittheilen, aus welcher die Wirkungen ersichtlich sind, die intellektuelle Anstrengung und Gemüthsbewegung zusammen hervorbringen.

Am 29. Oktober 1890, um 2 Uhr Nachm. schreibt Prof. Aducco die Normalkurve mit dem Ergographen, 3 Kilogramm mit dem Mittelfinger der linken Hand aller zwei Sekunden aufhebend. Er macht 38 Kontraktionen und die mechanische Arbeitsmenge ist 3,897 Kilogrammmeter, welche Ziffer fast jener gleichkommt, die eine andere am Morgen desselben Tages geschriebene Zeichnung ergab. Die Prüfungen begannen wie gewöhnlich um 2 Uhr; da nur vier Examina zu erledigen waren, dauerte die intellektuelle Anstrengung eine Stunde

zwanzig Minuten, aber unglücklicher Weise befand sich unter den Kandidaten ein Freund Prof. Aducco's, den er zu seinem größten Verdruß durchfallen lassen mußte. Dieses letztere Examen erregte ihn sehr und mit erhitztem Gesicht ins Laboratorium zurückgekehrt, schrieb er um 3 Uhr 30 Minuten die Ermüdungs-Kurve auf. Sie besteht aus 47 Kontraktionen und die mechanische Arbeitsmenge beträgt 5,112 Kilogrammmeter.

Um 6 Uhr ging er noch einmal ins Laboratorium, um die Ermüdungszeichnung aufzunehmen. Er machte 43 Kontraktionen, mit einer Arbeitsmenge von 4,368 Kilogrammmeter. Hieraus sieht man, daß die erregende Wirkung der Gemüthsbewegung nach Verlauf von drei Stunden noch nicht verschwunden war.

Wir müssen nun den Grund für die Zunahme der Muskelkraft in der ersten Periode der intellektuellen Ermüdung und bei Eintritt von Gemüthsbewegungen suchen. Es zeigt sich hierin eine neue bewundernswerthe Vollkommenheit unseres Organismus.

In dem Maße, als sich die Energie des Gehirnes verbraucht und der Organismus schwach wird, nimmt die Erregbarkeit des Nervensystems zu. Hierin offenbart sich eine automatische Einrichtung, womit die Natur für eine wirksamere Vertheidigung des Organismus sorgt, sobald dieser anfängt schwächer zu werden. Bei dem Thiere tritt eine Zunahme in der Sinnesschärfe und Erregbarkeit des Nervensystems ein, wenn es durch Hunger und Ermüdung weniger tauglich zum Kämpfen wird.

Wir haben hierfür ein Beispiel in der Thatsache, daß zarte schwächliche Personen in höherm Grade empfindlich sind. Bei Schwerkranken beeinflußt die schlechte Ernährung die Nervencentren und bringt eine starke Aufregung, Erschütterungen und Krämpfe hervor. Nachtwachen, übertriebene

intellektuelle Anstrengung erwecken Krampfanfälle bei Personen, die hierzu neigen. Manche Unglückliche, die an Epilepsie leiden, hoffen, die Anfälle weniger heftig zu machen, wenn sie das Nervensystem durch Excesse schwächen, besonders durch die Liebe, aber die Erfahrung beweist untrüglich, daß sich dadurch die Krankheit verschlimmert, denn die epileptischen Zufälle wiederholen sich häufiger und treten um so heftiger auf, je mehr sich die Kräfte des Nervensystems erschöpfen.

Ich werde hiervon noch im folgenden Kapitel sprechen. Inzwischen haben wir gesehen, daß der Unterschied zwischen Dr. Maggiora und Prof. Aducco bezüglich der Art, wie beide sich der intellektuellen Anstrengung gegenüber verhalten, mehr scheinbar, als wirklich ist. Bei Prof. Aducco dauert die erste Ermüdungsperiode, nämlich die Erregung, lange Zeit, doch auch bei ihm erscheint schließlich die Muskelschwäche. Bei Dr. Maggiora dauert die Periode der Erregung kurze Zeit und die Erschöpfung folgt ihr auf dem Fuße.

Bei dem Studium der nervösen Phänomene ist der Intensität und Dauer derselben wenig Wichtigkeit beizumessen, falls ihre Aufeinanderfolge und Ordnung sowie die Verkettung mit den Ursachen konstant bleiben.

Es geht mit dieser Sache, wie mit allen Medikamenten. Ich hatte viele hierauf bezügliche Versuche in meinem Laboratorium vorgenommen und führe einen derselben hier an, der für alle gültig ist, wenngleich es sich dabei um die elementarsten Dinge in der Medicin handelt.

Es handelte sich um Versuche über die Herzthätigkeit und die Athmung während der Chloroformnarkose. Verschiedene meiner Freunde und Kollegen unterzogen sich mit großer Bereitwilligkeit und Aufopferung einem Versuch, der nicht ohne Gefahr war. Prof. Pagliani unterstützte mich, und da ich während des Versuches meine Aufmerksamkeit den Apparaten zuwenden mußte, bedurfte ich eines tüchtigen

Freundes, wie er ist, dem ich mit vollem Vertrauen die Chloroformirung überlassen konnte.

Eines Tages trat der Fall ein, daß einer unserer Freunde schon nach wenigen Athemzügen das Bewußtsein verlor, nachdem er höchstens 2 Gramm Chloroform eingeathmet hatte. Wir waren überrascht, aber wir wußten, daß einige sehr empfindliche Personen an einer solchen Dosis gestorben waren, und gingen deshalb mit der äußersten Vorsicht zu Werke.

Am folgenden Tage bot sich Prof. Daniele Bajardi freundlichst zur Chloroformirung an. Er inhalirte ungefähr 50 Gramm desselben Chloroforms, ohne irgend welche Wirkung zu spüren. Wir fragten ihn, was er zu thun gedenke, und seine Antwort war, wir möchten ihm solange Chloroform geben, bis es genüge, ihn einzuschläfern.

Wir fuhren etwa eine halbe Stunde damit fort; nachdem wir über 100 Gramm Chloroform verbraucht hatten, verlor er endlich das Bewußtsein und darauf die Empfindlichkeit. Als der Versuch zu Ende war und er erwachte, war die Quantität des Chloroforms, die er aus den Lungen ausschied, so groß, daß sein Athem beim Sprechen danach roch. Nach mehr als einer Stunde nach Hause zurückgekehrt, beschwerten sich seine Angehörigen über den schlechten Geruch, den er mitbringe, dessen Ursache sie sich nicht zu erklären vermochten.

Elftes Kapitel.

Die Methoden der intellektuellen Arbeit.

I.

Dies Kapitel ließe sich zu einem Buche erweitern. Den Mechanismus der intellektuellen Arbeit auseinanderzusetzen, die Kunst anzugeben, wie man arbeitend die Zeit ausnutzt, wie man ausruht; die Methoden aufzuzählen, welche befolgt werden, um Material für ein Werk zu sammeln, die verschiedenen Arten, ein solches zu entwerfen und zu schreiben, sodann eine vollständige Exposition aller der Kunstgriffe, die angewendet werden, um etwas Neues und Gutes zu schaffen: Alles dies würde sicherlich ein sehr nützliches Buch füllen, wie meines Wissens noch keines geschrieben wurde. Die meisten Studirenden finden im Anfang ihrer Laufbahn keine Anleitung, weshalb sie den Muth verlieren und ihre Kräfte unterschätzen. Diese würden in einem Buche, wie ich es andeutete, einen Rath, vielleicht eine Hülfe finden können, wäre es auch nur, daß sie daraus ersähen, wie andere Schwächere, von der Natur minder Begünstigte dennoch dazu gelangten, Vorzügliches zu vollbringen.

Die Geschichte weist eine große Anzahl von Männern auf, welche sich trotz schwankender Gesundheit unsterblich machten, und einzig durch Ausdauer Resultate erzielten, die kaum zu hoffen waren. Das rühmliche Beispiel, welches uns Charles

Darwin durch den täglich von neuem aufgenommenen, bis ans Ende seines Lebens gefochtenen Kampf gegeben, gelte für alle. In Folge einer Erdumsegelung verschlechterte sich sein Gesundheitszustand so, daß er, wenngleich noch jung, sich entschloß, London zu verlassen, um in der Einsamkeit eines kleinen Dorfes zu leben. Charles Darwin hinterließ uns höchst interessante Dokumente bezüglich seiner Geisteskräfte und der Art seines Schaffens. Er sagt in seiner Selbstbiographie*): „Daß die Schule ein Mittel der Erziehung sei, war mir einfach unbegreiflich. Während meines ganzen Lebens bin ich eigenthümlich unfähig gewesen, irgend eine Sprache zu beherrschen."

„Ich besitze keine große Schnelligkeit der Auffassung oder des Witzes, welche bei einigen gescheidten Männern so merkwürdig ist. Ich bin daher ein armseliger Kritiker . . . Meine Fähigkeit, einem langen und rein abstrakten Gedankengang zu folgen, ist sehr beschränkt, daher ist es mir auch mit der Metaphysik oder mit der Mathematik nie recht geglückt. Mein Gedächtniß ist ausgedehnt, aber nebelig; es reicht hin, mich vorsichtig zu machen, dadurch, daß es mir in einer unbestimmten Weise sagt, ich habe etwas der Folgerung, die ich zu ziehen im Begriffe bin, Entgegenstehendes oder auf der anderen Seite etwas zu Gunsten derselben beobachtet oder gelesen. . . . In einer Beziehung ist mein Gedächtniß so traurig, daß ich niemals im Stande gewesen bin, mich für länger als für einige wenige Tage eines einzelnen Datums oder einer Zeile Poesie zu erinnern . . . Ich habe ein ordentliches Theil Erfindungsgabe und gesunden Sinnes oder Urtheils, soviel wie jeder erfolgreiche Sachwalter oder Arzt besitzen muß, aber, wie ich glaube, in keinem höheren Maße."

---

*) Leben und Briefe von Charles Darwin. Herausgegeben von seinem Sohne Francis Darwin. I. Bd., Stuttg. 1887, S. 30, 80—92.

Dieser Mann, welcher sich von der Natur in so kärglichem Maße mit intellektuellen Gaben versehen glaubte, hat es in vierzig Jahren emsiger Arbeit vermocht, das ganze Aussehen der Wissenschaft umzugestalten. Er war so schwach und leidend, daß er nicht einmal seine Freunde in seiner ländlichen Häuslichkeit empfangen konnte, weil, so oft er sich dazu zu zwingen versuchte, Erregung und Ermüdung ihm Schüttelfrost und Erbrechen verursachten. Und doch hat dieser Mann mit ländlichen Gewohnheiten, welcher sich nur mit seinem Garten und seinen Büchern beschäftigte, der Philosophie neues Leben eingehaucht, und man kann sagen befruchtend auf das ganze Wissen unseres Jahrhunderts eingewirkt. In dem kleinen Dorfe Down, unter dem Schatten der großen Bäume, welche Darwin's Haus umstehen, wurde siegreich eine Riesenschlacht geplant und ausgefochten. Von dort sind neue Bahnen ausgegangen, neue Horizonte dem menschlichen Gedanken erschlossen worden.

Und Darwin war so glücklich, vor seinem Tode seine Ideen triumphiren und das Gebäude der Wissenschaft auf den von ihm zuerst gelegten Grundmauern aufsteigen zu sehen.

„Eine eigenthümliche Art von Schicksal", sagt Darwin, „scheint meinen Geist dahin zu bringen, daß ich eine Angabe oder Behauptung zuerst in einer unrechten oder ungeschickten Form vorbringe. Früher pflegte ich über meine Sätze nachzudenken, ehe ich sie niederschrieb; seit mehreren Jahren aber habe ich gefunden, daß es Zeit erspart, in flüchtiger Schrift, die Hälfte der Worte abkürzend, ganze Seiten voll so schnell wie möglich niederzuschreiben und dann mit Ueberlegung zu korrigiren. In dieser Weise flüchtig hingeworfene Sätze sind häufig besser, als ich sie mit ruhiger Ueberlegung hätte schreiben können."

„Nachdem ich nun soviel über meine Art und Weise zu schreiben gesprochen habe, will ich noch hinzufügen, daß ich

bei meinen größeren Büchern ziemliche Zeit über die allgemeine Anordnung zugebracht habe. Ich mache zuerst den allerrohesten Umriß auf zwei oder drei Seiten und dann einen ausführlicheren auf mehreren Seiten, wo einige wenige Worte oder ein einziges Wort an der Stelle einer ganzen Erörterung oder einer Reihe von Thatsachen steht. Ein jedes dieser Stichworte wird wiederum ausgeführt und häufig umgestellt, ehe ich in extenso niederzuschreiben anfange. Da ich in mehreren meiner Bücher von den von anderen veröffentlichten Beobachtungen einen sehr ausgedehnten Gebrauch gemacht, und da ich immer mehrere völlig von einander verschiedene Gegenstände zu derselben Zeit in der Hand gehabt habe, so will ich noch erwähnen, daß ich zwischen dreißig und vierzig große, in Schränken mit etiquettirten Fächern stehende Mappen hatte, in welche ich sofort eine einzelne Verweisung oder ein Memorandum bringen konnte. Ich habe mir viele Bücher gekauft und an das Ende derselben lege ich mir ein Register aller der darin enthaltenen Thatsachen an, welche meine Arbeit betreffen; oder wenn das Buch nicht mein eigen ist, so schreibe ich mir einen besonderen Auszug daraus nieder, und von derartigen Auszügen habe ich einen großen Kasten voll."*)

Kaum von seiner Reise um die Welt zurückgekehrt, schreibt Darwin an Lyell:**)

„. . . Mein Vater scheint kaum zu erwarten, daß ich für mehrere Jahre wieder kräftig werde; es hat mir eine bittere Entsagung gekostet, die Ueberzeugung zu gewinnen, daß der „Wettlauf nur für die Starken ist", und daß ich wahrscheinlich nichts weiter thun werde, als mich damit zu bescheiden, die Fortschritte, welche Andere in der Wissenschaft machen, zu bewundern."

Ein anderes Mal schreibt er von London aus an Lyell:

*) Obiges Werk S. 88—89.

**) Ebenda S. 251.

„. . . Ich bekehre mich zu Ihrer Gewohnheit, nur ungefähr zwei Stunden in einem Sitz zu arbeiten, dann gehe ich aus, besorge meine Geschäfte in den Straßen, kehre nach Hause zurück, und setze mich wieder an die Arbeit, so daß ich hiernach zwei besondere Tage aus einem mache."*)

Ich führe hier noch einige Züge, welche charakteristisch für Darwin's Person sind, an, wenngleich ich voraussetzen muß, daß die von seinem Sohne besorgte Biographie überall bekannt ist.

„Zwei Eigenthümlichkeiten seines Anzugs im Hause waren, daß er beinahe immer einen Shawl über seine Schultern trug, und dann, daß er große, weite, mit Pelz gefütterte Tuchstiefel hatte, die er über seine Hausschuhe streifen konnte. Wie die meisten empfindlichen Menschen litt er an Hitze, wie an Frösteln, ... häufig machte ihn eine geistige Veranlassung zu warm, so daß er, wenn irgend etwas im Verlauf seiner Arbeit unrecht ging, den Rock auszog. Er stand zeitig auf. . . . Vor dem ersten Frühstück machte er einen kurzen Spaziergang . . . Nachdem er ungefähr 7 Uhr 45 Min. allein gefrühstückt hatte, ging er sofort an die Arbeit, indem er die anderthalb Stunden von 8 bis 9 Uhr 30 Min. für seine beste Arbeitszeit ansah. Nach 9 Uhr 30 Min. kam er in das Wohnzimmer, nach seinen Briefen zu sehen . . . Er ließ sich dann Familienbriefe vorlesen, während er auf dem Sopha lag.

Das Vorlesen, welches auch ein Stück eines Romans umfaßte, dauerte bis ungefähr halb elf Uhr, dann ging er wieder zurück an seine Arbeit, und zwar bis zwölf Uhr oder eine Viertelstunde später. Um diese Zeit hielt er sein Tagewerk für beendet und sagte wohl oft in einem befriedigten Tone: „Ich habe einen guten Tag Arbeit gehabt."

---

*) Obiges Werk S. 271.

Dann ging er hinaus ins Freie, mochte es naß oder schön sein . . ." *)

Sein Sohn führt ein oft von Darwin gebrauchtes Wort an, nämlich, daß wir unser Pensum nur fertig bringen können, wenn wir die Minuten zu Rathe halten. Darwin bewahrheitete diese große Zeitersparniß, indem er einen Unterschied machte zwischen der Arbeit einer Viertelstunde und einer solchen von zehn Minuten. Die meisten seiner Versuche, sagt Francis Darwin, waren so einfach, daß sie keiner Vorbereitung bedurften, und ich glaube, er verdankte diese Gewohnheiten zum großen Theil dem Wunsche, seine Kräfte zu schonen und sie nicht in weniger wichtigen Dingen zu vergeuden.

„Mir ist oft aufgefallen, wie er bis an die Grenze seiner Kräfte arbeitete, so daß er plötzlich zu diktiren aufhörte mit den Worten: ich glaube, ich darf nicht weiter arbeiten."

Während vierzig Jahren hatte Darwin nicht einen Tag, an dem er sich wie andere Menschen gesund gefühlt hätte. Sein Geheimniß war, wie er sagt, die Geduld, mit der er unter Umständen jahrelang anhaltend über ein ungelöstes Problem nachdenken konnte, und seine angeborene Gabe, nicht blindlings in die Fußstapfen Anderer treten zu können. Und kraft dieser beiden Naturgaben, trotzdem er täglich unter der Last der Ermüdung bei der kleinsten Anstrengung zusammenbrach, setzte Darwin die Welt in Erstaunen durch neue, von ihm entdeckte wichtige Gesetze, durch die logischste Interpretation, welche er der Entstehung der Lebewesen gab, durch das Licht, welches er auf viele Naturphänomene geworfen hat. Darwin hat unser Jahrhundert unsterblich gemacht durch die Neuheit seiner weittragenden Ideen, durch den umfassenden Standpunkt, zu denen keiner der Philosophen, die über den Ursprung des Lebens nachgedacht haben, jemals sich erhoben hat.

---

*) Obiges Werk S. 100.

II.

„Die Morgenröthe ist die Freundin der Musen, und die Dichter suchen die Wälder auf, nämlich die Einsamkeit und Abwesenheit von fremden Gegenständen."

So sagt Haller*) in seiner Physiologie anläßlich der Bedingungen, welche zur Phantasiearbeit anregen. Der Morgen und die Stille begünstigen also die dichterische Eingebung. Aber der Physiolog begnügt sich nicht mehr mit solchen unbestimmten Angaben. Bei der Zergliederung der Nerven-Phänomene müssen wir doch auch die Bedingungen studiren, welche für den Gedanken günstig sind, in der Hoffnung, Gesetze dafür zu finden. Wenn wir jedoch einem Physiologen die Frage vorlegen, welches die beste von allen Tagesstunden sei, eine Gehirnarbeit vorzunehmen, so fürchte ich, er wird uns dieselbe nicht beantworten können; oder es werden sich ihm, falls er sich Mühe giebt, eine solche anzugeben, so viele gegensätzliche Beobachtungen aufdrängen, daß seine Entscheidung unsicher bleibt.

Ein Herr zeigte mir, daß seine Handschrift am Morgen wie die eines Greises, daß sie dagegen am Abend besser, freier und sicherer sei, so daß leicht zwischen allen seinen Manuskripten die Morgens oder Abends geschriebenen Seiten erkennbar seien. Was vielen seltsam erscheinen mag, kann als die Uebertreibung eines physiologischen Phänomens betrachtet werden. Es giebt Rückenmarkleidende, welche Morgens beim Aufstehen nicht gehen können, deren Zustand sich aber schon nach wenigen Stunden bedeutend bessert.

Der Gründe sind mehrere, warum das Rückenmark besser einige Zeit nach dem Aufstehen funktionirt. Unter Anderm möchte es daher kommen, daß sich das Blut bei der aufrechten

*) Haller, Elementa physiologiae. Vol. I, pag. 555.

Stellung in den Gefäßen des Marks ansammelt, wodurch ein Druck und ein Kongestionszustand herbeigeführt werden, die erregend wirken, so daß die Kranken eine gewisse Koordination der Bewegungen erlangen und sich besser auf den Beinen erhalten können. Der Herr, von dem ich spreche, ist Leiter einer Zeitung. Er bemerkte, daß er, trotz der schlechtern Handschrift, vorziehe, Morgens zu schreiben, weil er dann mehr Gemüthsruhe habe. Abends sei seine Phantasie zu rege, und daher müsse er oft Morgens das wieder ausstreichen, was er in der Nacht geschrieben habe, weil es ihm schwülstig erscheine; seltener brauche er das am Morgen Geschriebene auszustreichen, weil es ihm trocken und kalt vorkomme. Neurasthenische Menschen befinden sich im Allgemeinen wohler am Abend, als am Morgen.

Ich habe verschiedene meiner Kollegen, welche am Mikroskop thätig sind und die feinsten Schnitte machen können, befragt, und mehrere derselben versicherten, Morgens besser arbeiten zu können. Am Nachmittag fühlen sie, daß sie nervös sind und nicht mehr so sicher bei Handhabung der feinen Instrumente sind.

Die Physiologie steht hier vor einem durch Untersuchungen noch fast unerforschten Gebiet. Mit manchen hat man angefangen, aber es fehlen noch sehr viele, bevor wir uns zu orientiren vermögen. Man müßte die Sinne auf ihre Schärfe in den verschiedenen Tagesstunden untersuchen, die Perception, das Unterscheidungsvermögen, die Ausdehnung und Dauer des Gedächtnisses, die Zeit der Reaktion: und alle Messungen und Untersuchungen, welche jetzt in der Psychologie angestellt werden, müßten in Beziehung zu dem Studium der Veränderlichkeiten, welche sich tagtäglich im Leben des Nervensystems vollziehen, gebracht werden. Wir wissen schon, daß die innere Körpertemperatur, der Druck des Blutes, die Zahl der Herzschläge, die Veränderungen in der Athmung nennens-

werthe Differenzen im Laufe des Tages zeigen. Es handelt sich nun darum, festzustellen, ob auch die Gehirnthätigkeit zu- oder abnimmt, je nachdem die Lebensthätigkeit mit den täglichen physiologischen Veränderungen, welche eine konstante Thatsache sind, reger wird oder erschlafft.

Dr. Patrizi hat in meinem Laboratorium eine Reihe von Versuchen angestellt, aus denen resultirt, daß unsere Muskelkraft wächst und abnimmt je nach den täglich wiederkehrenden Veränderungen in unserer Körpertemperatur. Wir kühlen uns während des Nachtschlafes ab. Beim Aufstehen Morgens nimmt unsere Temperatur zu, um gegen 3 oder 4 Uhr am Nachmittag ihren Höhepunkt zu erreichen, dann fällt sie wieder. Die Kraft unserer Muskeln würde demnach wie unsere innere Körpertemperatur zu- und abnehmen. Hiervon werde ich in der Folge ausführlicher zu reden haben.

III.

Schon Seneca hat gesagt, daß man den Geist zwingen müsse, anzufangen:

Cogenda mens, ut incipiat,

und Alfieri ließ sich von seinem Diener an den Schreibtisch festbinden. Ohne solche Uebertreibung ist uns allen bekannt, daß wir im Anfange weniger gut als einige Zeit nachher zu irgend einer intellektuellen Arbeit aufgelegt sind. In Werken, wo die Phantasie mehr zur Geltung kommt, wo Ideen geweckt und geordnet werden müssen, ist dieser Unterschied noch augenfälliger, als in den Verstandes- und wissenschaftlichen Arbeiten, wo wir die Vorstellungen und Fakta, welche die Natur uns vorlegt, nur unter einander in Vergleich zu bringen haben.

Vornehmlich Dichter, bildende Künstler und Komponisten haben es nöthig, ihre Phantasie zu erhitzen. Einer meiner

Freunde, ein Spiritualist reinsten Wassers, mit dem ich gern über Seelenvorgänge rede, sagte mir einmal: „Das Eine werdet Ihr Physiologen doch niemals erklären können: Der Körper ist faul und widerstrebt der Arbeit, und die Seele muß ihn antreiben, erst dann kommt er zu dem, was er will." Meiner Ansicht nach ist eine ganz andere Erklärung hier am Platz, und die Natur gewinnt dabei, weil sie in der physiologischen Auffassung viel wunderbarer erscheint, als in der spiritualistischen. Im Gehirne geht dasjenige vor, was wir alle bei Märschen empfunden haben. Nach der ersten Marschstunde sind wir besser im Gange, die Beine verlieren ihre Steifheit, wir werden gelenker, die Schritte werden freier, und es kommt eine angenehme Erregung über uns, so daß wir fast unwillkürlich weiter gehen.

Hierin zeigt sich eine der wichtigsten Vollkommenheiten unserer Maschine, deren Kraft während des Arbeitens arbeitstauglicher wird. Die Schlacken und die Asche, welche auf unserem Lebensherde abfallen (wenn es erlaubt ist, diesen faßlichen Vergleich zu machen), löschen nicht die Thätigkeit des Nervensystems aus, sondern sie schüren sie an.

Viele im Nervensystem stattfindende Vorgänge, besonders die vom Willen unabhängigen, sind nach Ansicht der Physiologen als mechanische aufzufassen. Es giebt Wege in den Nervencentren, von denen einige mehr, andere weniger Widerstand bieten, und wenn dieselbe Ordnung eingehalten und dieselbe Nervenarbeit wiederholt wird, so werden diese Wege gangbarer und bequemer für die Uebertragung. Zweifellos werden durch diese mechanische Erklärung*) viele dunkle Thatsachen begreiflicher. Für die durch Uebung vermehrte Leistungsfähigkeit des Gehirnes gebe ich hier eine chemische Erklärung;

*) M. Foster, A Text book of Physiology. 1890. Part. III, p. 910.

dieselbe wird besser zu verstehen sein, wenn ich gewisse Eigenthümlichkeiten der Muskelbewegung anführe, welche mit der Gehirnthätigkeit große Aehnlichkeit besitzen.

Ein vom Körper getrennter Muskel macht, wenn er nur einmal gereizt wird, eine schwache Kontraktion. Nehmen wir an, der elektrische Reiz wiederhole sich, so würde der Muskel anfangs fünf bis sechs Kontraktionen von gleicher Höhe machen. Weiterhin wächst seine Kraft; die Kontraktionen nehmen bis zur fünfzigsten oder hundertsten an Höhe zu, so daß sie das drei- oder vierfache der ersten Kontraktion erreichen. Hat der Muskel auf diese Weise das Maximum seiner Kraft schließlich erreicht, so nehmen, trotzdem der elektrische Reiz konstant bleibt, die Kontraktionen langsam an Höhe ab, bis sich nach Hunderten von Zusammenziehungen die Kraft des Muskels vollständig erschöpft hat. Etwas Aehnliches geht auch bei der Gehirnarbeit vor, wo die chemischen Produkte die Arbeit befördern und die Aktivität des Gehirnes so lange schüren, bis seine Funktionen leichter von Statten gehen.

IV.

Liest man die Biographien großer Dichter und Komponisten, so findet man, daß die verschiedenen Arten, durch welche sie sich erregten, unter sich eine große Aehnlichkeit haben. Buffon sagt, um gut arbeiten zu können, sei es nöthig „considérer son sujet, jusqu'à ce qu'il rayonne.“ Manche werden durch anhaltende Aufmerksamkeit schnell erregt, bei Anderen dauert es lange Zeit, und es giebt Schriftsteller, welche sich wochenlang in einer Art Begeisterung erhalten, während welcher Zeit die Arbeit lohnender ist; hinterher sind sie dann erschöpft und müssen ausruhen. Es ist eine Art Fieber, das wir uns durch die Arbeit zuziehen. Wer Schwind-

süchtige kennt, wird bemerkt haben, daß, wenn ihre Temperatur am Abend steigt, sie lebhafter werden, und daß manche der Kranken ein Gefühl von Wohlsein empfinden. Es ist ein alter medicinischer Satz, daß ein mäßiges Fieber Fruchtbarkeit der Ideen hervorbringt und das Reden erleichtert.*)

Albrecht Haller, der gelehrteste physiologische Schriftsteller des vorigen Jahrhunderts, war zugleich ein bedeutender Dichter. Seine lyrischen Schriften, seine Oden und Beschreibungen der Alpen sind in einem Bande vereinigt, den man noch heute mit Vergnügen liest. Haller erzählt in seiner Physiologie, er habe verschiedene Male die Beobachtung gemacht, daß ihm im Fieber die Verse leichter aus der Feder geflossen seien.**) Auch Rousseau sagt etwas Aehnliches.

Es ist eine physiologische Regel, die keine Ausnahme hat, daß alle Stoffe und Ursachen, welche deprimirend wirken und dahin zielen, die Funktionen des Nervensystems zum Stillstand zu bringen, im Anfange eine zeitlang erregen. Viele haben vielleicht an sich erfahren oder erzählen hören, daß eine Dosis Opium, Chloral oder Morphium, anstatt einzuschläfern, Aufregung zur Folge hat, und daß der Arzt, zeitig benachrichtigt, die Dosis sogleich wiederholen mußte, weil dieselbe zu klein gewesen war. Giebt man einem Kranken Aether oder Chloroform, um ihn unempfindlich zu machen, so ist die Aufregung oft so stark, daß, wenngleich das Bewußtsein in manchen Fällen schon geschwunden ist, doch Mehrere nöthig sind, um die Person in dem Augenblicke festzuhalten, wo durch Betäubungsmittel Schlaf und Unempfindlichkeit noch nicht herbeigeführt wurden.

Auch die Blutleere führt Erregung herbei. Wir sehen es

---

*) Febris modica idearum fecunditatem et eloquium dat.

**) Haller, Elementa physiologiae. Tom. V, Lib. XVII. § XIII.

daran, daß schwache Personen nervöser sind. Aber was am meisten in Erstaunen setzt, ist, daß auch dem Tode ein Zeitraum vorangeht, während dessen die Gehirnthätigkeit noch zum letzten Male aufflackert.

Der Abbé von Caluso erzählt, daß dem Tode Vittorio Alfieris ein Aufleuchten der Phantasie und des Gedächtnisses voranging, wodurch die Anwesenden überrascht wurden. „Es kamen ihm alle die*) während dreißig Jahren gemachten Studien und Arbeiten in Erinnerung, und was noch wunderbarer ist, er konnte eine große Anzahl griechischer Verse von Hesiod, welche er nur einmal gelesen hatte, nach der Reihe wieder hersagen. Vom Stuhle sich erhebend, ging er nach dem Bette hin und lehnte sich daran, doch bald wurde es um ihn dunkel, seine Sehkraft schwand und er verschied."

Ich könnte als Beispiel hier verschiedene berühmte Männer anführen, welche vor ihrem Hinscheiden belebter wurden, als ob ihr Geist noch einmal aufwache. Es sind dies Erscheinungen, welche der Physiolog mit Leichtigkeit an den Nerven jedweden Thieres wiederhervorrufen kann, weil ihrem Tode immer ein Zeitraum größerer Erregbarkeit vorangeht.**)

---

*) Vita di Vittorio Alfieri. Milano, Silvestri 1841, p. 371.

**) Réveillé-Parise schrieb ein höchst schätzenswerthes Buch über die Hygiene des Geistes. Es wurde 1831 gedruckt. Der physiologische Theil läßt zu wünschen übrig, aber in jener Zeit war die Psychologie sozusagen noch nicht geboren worden. Nichts desto weniger sind dieses Buch ebenso wie Traité de la vieillesse, Werke, welche die größte Beachtung verdienen. Réveillé-Parise führt eine merkwürdige Thatsache an in dem Kapitel, das über die verschiedenen Einflüsse der wirkenden Kräfte handelt. Ich achte den feinfühlenden Sinn des Verfassers, welcher diese Beobachtung in eine Anmerkung zu bringen wünschte.

Écoutons Byron: „Je puis boire, dit-il dans ses Mémoires, et je porte assez bien le vin, mais il ne m'égaye pas, il me rend féroce, soupçonneux et même querelleur. Le laudanum a un effet

V.

Manche glauben, es seien die veränderten Bedingungen der heutigen Gesellschaft, welche viele Schriftsteller veranlassen, des Nachts zu arbeiten. Wir finden indessen in den Lebensbeschreibungen berühmter Männer, daß viele derselben auch schon früher dies zu thun pflegten. Cardano führe ich als Beispiel an. Rousseau sagt in seiner „Confession":

„Je travaillai ce discours d'une façon bien singulière, et que j'ai presque toujours suivie dans mes autres ouvrages. Je lui consacrois les insomnies de mes nuits. Je méditois dans mon lit à yeux fermés, et je tournois et retournois mes périodes dans ma tête avec des peines incroyables: puis, quand j'étois parvenu à en être content, je les déposois dans ma mémoire jusqu'à ce que je pusse les mettre sur le papier: mais le temps de me lever et de m'habiller me faisoit tout perdre: et quand je m'étois mis à mon papier il ne me venoit presque plus rien de ce que j'avois composé."*) Um diese Unzuträglichkeit zu vermeiden, ließ er Morgens, ehe er aufstand, das Fräulein Le Vasseur schreiben, und diese Gewohnheit, vom Bett aus zu diktiren, behielt er jahrelang bei, „et cette pratique, que j'ai long-temps suivie, m'a sauvé bien des oublis."

Es ist indessen physiologischer, am Tage zu arbeiten. Einige Schriftsteller haben angegeben, daß sie um so besser arbeiten, je intensiver Licht und Hitze seien.

---

semblable, et je ne puis en prendre beaucoup sans m'en ressentir. Ce qui me remonte le plus, cela a l'air absurde, mais est vrai, c'est une dose de sels (purgatifs) l'après-midi, bien entendu, et lorsque la médicine a fait son effet. Malheureusement, on ne peut prendre de cela comme du Champagne." „Hygiène de l'Esprit", pag. 320.

*) J. J. Rousseau, Les confessions. Livre VIII, 1749.

Johannes Müller konnte im Dunkeln nicht gut denken. „Im Dunkeln ist man nie besonders geistreich. Ja wir sind gezwungen, den lichten Tag zu suchen, wenn wir in lebhafter Bewegung des Gemüthes, oder leidenschaftlicher Bewegung der Gedanken über Etwas ins Klare kommen wollen. Sich seinen Phantasien hinzugeben schließt der Schwärmer die Augen, die tiefste Meditation liebt aber den lichten Tag."*)

Es ist eine der schönsten Entdeckungen Moleschott's, daß das Licht die Produktion des Kohlenstoffs, die chemischen Processe und die Lebensphänomene vermehrt.

Nur Der arbeitet Nachts, dem am Tage die Ruhe und die Freiheit dazu fehlen. Schon die Mediciner des Alterthums sagten in ihren Aphorismen sehr richtig, daß Nachtarbeit schlaflose Nächte erzeugt. Die scharfe Geistesarbeit bringt eine Aufregung hervor, welche dem Fieber gleicht, und wir verfallen in einen krankhaften Zustand, der uns am Schlafen verhindert. Wenigen robusten Menschen gelingt es, sich daran zu gewöhnen, die Nacht zum Tage zu machen und umgekehrt, aber es ist sicher nützlicher und gesünder, in natürlicher Reihenfolge die Beschäftigungen des Tages und der Nacht einzuhalten. Ich werde später noch andere Gründe dafür angeben.

Die einzige Entschuldigung, welche uns zur Nachsicht gegen Die stimmen kann, welche eine derartige Arbeitsmethode einhalten, ist, daß das Arbeiten dann besser von Statten geht. „Das fortdauernde Nachdenken über dieselbe Sache", sagt Vittorio Alfieri in seiner Selbstbiographie, „und das Fehlen von Zerstreuungen machen, daß uns die Stunden schneller verfliegen und zu gleicher Zeit verdoppelt scheinen." Doch pflegte Alfieri bei Zeiten aufzustehen.

In Goethe's Leben heißt es: „Die frühesten Morgen-

---

*) J. Müller, Ueber die phantastischen Gesichtserscheinungen, S. 17.

stunden war ich der Dichtkunst schuldig; der wachsende Tag gehörte den weltlichen Geschäften."*)

Das Volk sagt: „Morgenstunde hat Gold im Munde". Gewöhnlich läßt bei den großen Schriftstellern die Arbeitskraft beim Herannahen des Abends nach, gleichsam als ob mit Sonnenuntergang das Feuer erlösche.

Ich befragte einige sehr tüchtige Schriftsteller über die Art und Weise, welche sie beim Schreiben verfolgen, und sie sagten mir übereinstimmend, daß sie sich für die Nacht weniger ernste Dinge vorbehalten, daß sie dann niemals ihre Werke verfassen, sondern sich darauf beschränken, Notizen zusammen zu suchen, zu lesen und die geschriebenen Sachen zu revidiren. Die größte Anzahl der bedeutenden Schriftsteller arbeiten, wenn sie tagsüber am Schreibtisch beschäftigt waren, nicht mehr am Abend.

VI.

Ich glaube, es war Sokrates, welcher zuerst sagte: „Laßt Euren Gedanken so in die Höhe steigen, wie ein Insekt, dem Ihr einen Faden an das Bein gebunden habt." Und er hatte Recht. Auch Montaigne drückt denselben Gedanken aus; nur analysirt er ihn etwas genauer.**)

„Mes conceptions et mon jugement ne marche qu'à tastons, chancelant, bronchant, et chopant; et quand je suis allé le plus avant que je puis, si ne me suis je aulcunement satisfaict; je veois encore du païs au delà, mais d'une veue trouble et en nuage, que je ne puis desmesler."

Diese Worte Montaigne's erinnern uns daran, daß nicht alles, was wir wissen, gleichzeitig unserm Bewußtsein

---

*) Goethe, Aus meinem Leben. Siebzehntes Buch, S. 384.

**) Essais de M. de Montaigne, pag. 76.

gegenwärtig ist, sondern daß sich gleichzeitig nur der winzigste Theil vor unserer Aufmerksamkeit erschließt. Das Kind, das seine Schulaufgaben macht, empfindet im Kleinen dieselbe Anstrengung, welche ein großer Schriftsteller beim Verfassen eines Kapitels seines Werkes fühlt.

Es giebt zwei Methoden des Schriftstellerns. Manche überdenken vorher ihren Gegenstand gründlich, und während des Ueberlegens klären und feilen sie daran, so daß beim Niederschreiben die Sache in Form und Gedanken klar vor ihrem Auge steht, und sie sich gleichsam den Inhalt in die Feder diktiren. In dieser Weise schrieb vielleicht Guerrazzi, dessen Manuskripte in ihrer Eleganz und Sauberkeit fast keine Korrekturen zeigen; so schreibt auch Mantegazza. Aus den Biographien großer Männer lassen sich noch viele derartige Beispiele anführen.

Schon Cicero sagte, daß er alles, was er thue und schreibe, beim Spazierengehen überlege.*) Uebrigens ist dies eine der gebräuchlichsten Methoden, welche die Denker beim Verfassen ihrer Schriften verfolgen. Beethoven gehörte zu denen, welche das Meiste im Gehen zu überdenken pflegen, und viele seiner Kompositionen sind sogar im Freien niedergeschrieben.

Im Allgemeinen begnügen jedoch sich die Schriftsteller und Künstler damit, ihre Gegenstände während des Gehens nur zu entwerfen. Den meisten gebricht es an Kraft, im Geist die Arbeit in allen ihren Einzelheiten abzufeilen und zu beenden. Nachdem der erste Entwurf gelungen ist, bereitet die Ausarbeitung am Schreibtisch die größte Anstrengung.

Foscolo, der in seiner Selbstbiographie von sich selbst unter dem Namen Didimo Chierico spricht, sagt: „Er hatte

*) Quidquid conficio aut cogito, in ambulationis fere tempus confero.

das Glück, dreißig Seiten in einem Zuge schreiben zu können, und das Unglück, sie nachher in nur drei Seiten zusammenfassen zu wollen, was er auch um jeden Preis that, trotzdem es ihm unendlichen Schweiß kostete. Es giebt unvergeßliche Blätter in der Literatur, welche eine Reihenfolge von Umarbeitungen, Verwandlungen, Umschmelzungen durchmachten, die ihr Verfasser niemals seinen Lesern offenbaren möchte. Manche berühmte Schriftsteller sind Mosaikarbeitern zu vergleichen. Wie diese ihre Steinchen, so haben sie eine Sammlung von Redensarten und Gedanken in Bereitschaft, mit denen sie ihre Bilder aufzeichnen und ausschmücken. In den Fächern ihres Schreibtisches halten sie Verzeichnisse von Wörtern und Redensarten, die sie mit großer Ausdauer aus Vocabularien und Büchern zusammensuchten, um sie mit demselben Fleiße in ihre Perioden einzuflechten.

Giorgio Vasari erzählt, daß Michelangelo „vor seinem Tode eine große Menge eigenhändiger Skizzen, Zeichnungen und Kartons verbrannte, damit Niemand die Mühe, die sie ihm gekostet, und die Art und Weise der Ausbildung seines Geistes kennen lerne; er wollte sich Andern nur vollkommen zeigen. Einige solcher Skizzen habe ich in Fiorenza aufgefunden. Aus ihnen ist nicht allein die Größe seines Genius zu sehen, sondern auch zu erkennen, daß er Vulkans Hammer benöthigte, um Minerva aus Jupiters Haupte zu entfesseln."

VII.

Wenn ich die Zeit erübrigen könnte, möchte ich wohl ein Buch mit dem Titel: „Genius und Ermüdung" schreiben.

Ich sage nicht, daß durch Geduld ein Genie werde, und Niemand wird annehmen, am wenigsten wir Physiologen, daß die großen Geister einzig aus eigener Kraft und Ausdauer

das wurden, was sie sind; ich sage nur, daß Anstrengung die Grundlage für das Schaffen in Wissenschaft und Künsten bildet. Es giebt in der That privilegirte Menschen. Wie man Wunder des Gedächtnisses kennt, so giebt es auch wunderbar fruchtbare Genies; aber wenn wir diese Genies genauer betrachten und ihren Charakter studiren, so werden wir überführt, daß auch sie sich dem harten Gesetze der Ermüdung unterordnen müssen. Die Entwicklung ihres Geistes, der Mechanismus ihrer Einbildungskraft, der Grund ihrer Thatkraft sind immer dieselben; nur daß ein Genie mit erstaunlicher Schnelle, Sicherheit und Neuheit der Ergebnisse arbeitet. Deshalb scheinen uns diese Menschen höher als alle andern zu stehen, ja so unerreichbar hoch, als seien sie auf wunderbare Weise dort hinauf versetzt.

Selbst Raphael war nicht, wenn ich mich so ausdrücken darf, mit einem übernatürlichen Genie begabt, das in seiner Phantasie die erhabene Schönheitsform findet, und das nur herauszuarbeiten braucht, was die geheimnißvolle Stimme des Bewußtseins ihm vorsagt. Ich glaube nicht, daß die Natur irgend Jemandem einen solchen Schatz der Eingebung gewährt habe. Auch für Raphaels Unsterblichkeit war Mühe die Grundlage und Michelangelo war der erste — und sicher war er ein kompetenter Beurtheiler —, welcher sagte: Raphael hatte diese Kraft nicht von der Natur, sondern durch langes Studium.*)

Zahlreich sind die Vorurtheile über die Macht des Genius, und sie stammen meist aus unserer Liebe zum Wunderbaren und aus dem Wunsche, welcher die Mehrzahl der berühmten Menschen beseelt, ihre Anstrengung zu verbergen, um mehr zu scheinen, als sie sind.

Einige biographische Irrthümer sind wirklich bemerkens=

*) Condivi, Vita di Michelangelo Buonarroti, pag. 82.

werth, wie z. B., daß das Niederfallen eines Apfels dem großen Philosophen Newton die Idee von der allgemeinen Schwerkraft eingegeben habe. Nun war gerade Newton, wie Galilei und Darwin, einer der unermüdlichsten Denker. „Ich verliere meinen Gegenstand nie aus den Augen", sagt er, „ich warte darauf, daß die erste Morgenröthe zunehmend zu einem vollstrahlenden Lichte werde."

Ein einziger Mann, glaubte ich einst, mache eine Ausnahme von dieser Regel, und zwar Goethe, wegen der unbegrenzten Vielseitigkeit seines Geistes und seiner Idealität. Ich hatte seine Selbstbiographie gelesen, seine Briefe und das höchst interessante, von Lewes verfaßte „Leben Goethe's", das ich für das beste von allen über Goethe erschienenen Werken halte; nicht etwa, weil Lewes ein Physiologe ist, sondern weil es allgemein als das beste anerkannt ist. Aber wie viele biographische Studien ich auch über Goethe gelesen hatte, aus allen schien mir hervorzugehen, daß ihm das Arbeiten keine Anstrengung gekostet habe. Mehr als alles ließ mich das, was Schiller über ihn sagt, meine Ansicht als richtig festhalten: „Während wir Andern mühselig sammeln und prüfen müssen, um etwas Leidliches langsam hervorzubringen, darf er nur leise an dem Baume schütteln, um sich die schönsten Früchte, reif und schwer, zufallen zu lassen. — 21. Juli 1797."

Später mußte ich indessen meine Ansicht aufgeben, als ich im letzten Bande von Goethe's Farbenlehre seine bekannte „Konfession" las: „Indem sich meine Zeitgenossen gleich bei dem ersten Erscheinen meiner dichterischen Versuche freundlich genug gegen mich erwiesen, und mir, wenn sie gleich sonst mancherlei auszusetzen fanden, wenigstens ein poetisches Talent mit Geneigtheit zuerkannten; so hatte ich selbst gegen die Dichtkunst ein eignes, wundersames Verhältniß, das bloß praktisch war, indem ich meinen Gegenstand, der mich ergriff,

ein Muster, das mich aufregte, einen Vorgänger, der mich anzog, so lange in meinem Sinne trug und hegte, bis daraus etwas entstanden war, das als mein angesehen werden mochte, und das ich, nachdem ich es Jahre lang im Stillen ausgebildet, endlich auf einmal, gleichsam aus dem Stegreife und gewissermaßen instinktartig auf das Papier fixirte."*)

Flaubert arbeitete vierzehn Stunden täglich, und Jedermann weiß, daß das Streben dieses Schriftstellers, seinen Styl vollkommen schön zu gestalten, zu einer Krankheit geworden war. Man erzählt sehr viele Anekdoten von ihm, z. B. daß er Nachts aufstand, um ein Wort zu verbessern, oder daß er stundenlang unbeweglich, die Hände im Haar, über ein Adjektiv nachsinnen konnte. Der Styl tyrannisirte ihn, es war ihm zur Leidenschaft geworden, sich anzustrengen, um das geheimnißvolle Gesetz eines schönen Satzes zu ergründen, so daß schließlich diese Verzweiflung seiner Seele zu einem unübersteiglichen Hinderniß für sein Arbeiten wurde.

In Flaubert's Leben finden sich einige für den Physiologen interessante Züge. Flaubert sagt: penser c'est parler, und kein anderer Schriftsteller vielleicht hat ihn übertroffen in seinem Studium, die Beziehungen zwischen den Gedanken und den Worten zu finden. Aus dem Tonfall seiner Stimme erprobte er den Rhythmus seiner Satzgefüge. „Ein schlechter Satz", sagt er, „ist ein Gewicht für die Brust; er fügt sich den Lebensbedingungen nicht ein, wenn er mit der Physiologie der Sprache unvereinbar ist, wenn er nicht bei dem lauten Hersagen melodisch klingt."**)

Stricker hat physiologische Studien über diesen Gegenstand gemacht, und hat bewiesen, daß wir beim Denken an ein Wort dasselbe im Geiste aussprechen, und daß wir die

---

*) Obiges Werk S. 284.

**) Journal des Goncourt, p. 277.

Bewegungen des Kehlkopfes fühlen können, als ob wir flüsternd sprächen.

Wir haben wohl Alle schon viele Male mit sich selbst lautredende Personen auf der Straße getroffen, die, sobald wir an ihnen vorübergehen, verstummen, und wenn wir einige Schritte weiter gegangen sind, weitersprechen. Unsere Gegenwart hatte sie von ihrem Gedanken abgebracht, und sogleich kehren sie unwillkürlich darauf zurück und führen ihre Rede weiter.

Von dem unlöslichen Bande, das den Gedanken mit dem Worte verknüpft, finden wir schöne Beispiele in den Lebensbeschreibungen großer Schriftsteller, besonders derjenigen, aus deren Werken man fühlt, daß starke Leidenschaften ihre Seele bewegten. Als Alfieri mit zwanzig Jahren aus Holland zurückkam, mit einem Herzen, das von Schwermuth und Liebe überfloß, fühlte er die Nothwendigkeit, sich mit ganzer Seele in irgend ein schwieriges Studium zu vertiefen. Er fing an, Plutarch zu lesen. „Die Lebensgeschichte jener großen Männer", sagt er, „las ich wohl vier bis fünf Mal und unterbrach das Lesen mit so heftigem Weinen, so leidenschaftlichen Ausrufen und Wuthausbrüchen, daß, wer es im nebenanliegenden Zimmer mit angehört hätte, mich sicherlich für wahnsinnig gehalten haben würde."*) Er sprang dann auf, nicht mehr Herr seiner selbst, und Thränen des Schmerzes und der Wuth stürzten ihm aus den Augen.

Honoré de Balzac, der berühmte Romanschreiber, dessen erstaunliche Fruchtbarkeit sich nur mit der wunderbaren Lebhaftigkeit seiner Phantasie vergleichen läßt, producirte soviele Bücher, daß man glaubt, es müsse ihm die Zeit gefehlt haben, sie alle zu korrigiren. Und doch ist etwas in ihm, worüber man noch mehr, als über seine Leichtigkeit erstaunt, und dies ist

*) Vita di Vittorio Alfieri. Cap. VII.

gerade die mühselige und verwerfliche, schwierige Art seines Arbeitens. Seine Bücher verfaßte er folgendermaßen: Nachdem er lange Zeit seinen Gegenstand überlegt hatte, warf er einen ungeordneten Entwurf von wenigen Seiten aufs Papier. Diesen schickte er in die Druckerei, und von dort wurden ihm auf großen Blättern die ersten Korrekturbogen zugeschickt. Er bedeckte diese Druckbogen dann nach allen Richtungen mit Zusätzen und Korrekturen, so daß die gemachten Verbesserungen wie ein Feuerwerk aus jenem ersten Guß emporstiegen. Dann wurden die Druckbogen wieder durchgesehen und schon hierbei war von dem ganzen Inhalt der ersten nichts mehr übrig geblieben; nun goß er den Text noch weiter um, veränderte ihn, modelte unermüdlich daran herum, bis in die Einzelheiten hinein. Manche seiner Romane wurden erst nach der zwölften Druckprobe abgezogen, manche erst nach der zwanzigsten. Die Setzer, welche mit seinen Manuskripten zu thun hatten, verzweifelten geradezu, und die Verleger sträubten sich, die Kosten seiner Zusätze und Korrekturen zu tragen.

Zwölftes Kapitel.

Die Ueberbürdung.

I.

„Ich habe mich durch sieben Jahre eines tollen, verzweifelten Studiums ruinirt, in jener Zeit, da sich mein Körper entwickelte und mein Organismus sich festigen sollte." Diese Worte Giacomo Leopardi's enthalten alles das, was sich über die übermäßige Gehirnanstrengung sagen läßt. Er, in seiner übergroßen Güte, wollte, nach der traurigen Erfahrung seiner Jugend, daß ein solches Uebel in der Erziehung Anderer vermieden und verbessert würde.

Alexander v. Humboldt sagt von sich: „Ich war achtzehn Jahre alt und wußte nichts, meine Lehrer hielten nichts oder nur wenig von mir, aber wenn sie mich nach ihrer Methode erzogen hätten und ich in ihre Hände gefallen wäre, so würde ich sicherlich an Geist und Körper für immer zu Grunde gerichtet sein."*)

Ich habe diese zwei Beispiele angeführt, weil sie beweisen, wie hoch der Einfluß des übermäßigen Arbeitens schon im Anfange unseres Jahrhunderts veranschlagt wurde. Unter Anderm schreibt Leopardi:

„Die Erziehung, welche besonders in Italien die Gebildeten — und deren giebt es wahrlich nicht viele — erhalten,

*) Möbius, Die Nervosität, S. 71.

ist ein förmlicher Verrath der Schwäche an der Kraft, des Alters an der Jugend."*)

Erst in den letzten Jahren wenden die Aerzte und Hygieniker ihre Aufmerksamkeit eingehender dem Studium der Schäden zu, welche eine übermäßige Gehirnanstrengung dem Organismus unserer Jugend zufügen kann. Soviel ich weiß, war es auf dem Kongreß der Hygieniker in Nürnberg 1877, wo Professor Finkelnburg diese Frage zuerst erörterte. Das Ergebniß dieses Kongresses war, daß das System der deutschen Schulen störend auf die Entwickelung des Körpers einwirke, insbesondere auf die Sehkraft der Jugend, daß ihr Gehirn übermäßig angestrengt und dadurch die körperliche Entwickelung vernachlässigt werde.

Die Deutschen, denen es so leicht wird, neue Worte einzuführen, bezeichnen dieses Uebermaß geistigen Arbeitens in der Schule mit dem Namen „Ueberbürdung". Die Engländer nennen es „overstrain" oder „overwork", die Franzosen nahmen einen Ausdruck aus der Thierarzneikunde und nennen es „surménage intellectuel".

Bis jetzt haben wir in Italien noch kein allgemein gebräuchliches Wort dafür; vielleicht, weil sich hier die Aufmerksamkeit des Publikums weniger als in anderen Ländern dem Studium dieser Frage zuwendet, vielleicht auch, weil bei uns der Schaden einer übermäßigen Gehirnanstrengung weniger fühlbar wird.

Meiner Ansicht nach möchte das Wort „strapazzo del cervello" den auszudrückenden Begriff decken. Es handelt sich hier nicht um übertriebenes Studiren. Dies ist vielmehr die Ursache; wir wollen die Wirkungen der Mißhandlung studiren, welche das Gehirn durch eine seinen Kräften nicht angemessene Arbeit erleidet.

---

*) Leopardi, Pensieri.

II.

Wenn das Kind dem stillen Leben des Hauses entrissen und in die Schule geschickt wird, empfindet es diese Loslösung anfangs wenig; auch ermüdet es nicht durch die geistige Arbeit, weil die Neuheit der Sache unterhaltend wirkt; aber das fortgesetzte Aufmerken beginnt schon bald es anzugreifen, und auf die Dauer derart, daß die Ermüdung schließlich seine Lebensbedingungen beeinflußt. Wir sehen dies Alle an der Bläße, welche an die Stelle des gesunden Roths der Kindergesichter tritt. Sie verlieren ihre Heiterkeit und Lebhaftigkeit, der Appetit vergeht, sie werden reizbar und unlustig und klagen über Kopfweh.

Prof. Finkelnburg faßt die Folgen der Ueberbürdung in folgende Hauptpunkte zusammen: Störungen der Sehkraft, besonders Kurzsichtigkeit, Blutandrang nach dem Kopf, was sich durch Kopfweh kundgiebt, Nasenbluten und Schwindel, Neigung zu Kropf, schlechter Appetit und Verdauungsstörungen, Empfänglichkeit für Lungenkrankheiten, Rückgratverschiebungen, Gehirnkrankheiten, Nervosität, bei Mädchen Störungen in der Menstruation. Kaum wurde die Ueberbürdungsfrage angeregt, so beschäftigten sich Kongresse, Akademien, Parlamente und unzählige Kommissionen mit diesem Gegenstande. Es ist jetzt schon eine ganze Literatur vorhanden, Zeitungen (wie die von Kotelmann bei Voß in Hamburg herausgegebene) machen die Schulhygiene zu ihrem ausschließlichen Thema, und an der Berner Universität wurde ein besonderer Lehrstuhl für diesen Gegenstand errichtet.

Axel Key*), Professor der Physiologie in Stockholm, veröffentlichte ein sehr wichtiges Werk über diesen Gegenstand, und seine in Schweden angestellten Untersuchungen beweisen

---

*) Axel Key's Schulhygienische Untersuchungen 1889.

unwiderleglich, daß das Lernen heutzutage viel ermüdender für die Kinder ist, als früher, und daß die Gesundheit der Knaben dabei zu Grunde geht.

Wie es bei Allem geht, so auch bei der Ueberbürdungsfrage der schulpflichtigen Knaben; man fing an, abzuleugnen und zu bestätigen, anzuklagen und zu vertheidigen, so lange, bis nach sicheren Belegen ein Urtheil gefällt werden konnte. Manche in den letzten Jahren veröffentlichten Statistiken sind sicher übertrieben.

Ich führe hier die Zahlen an, welche Prof. Nesteroff*) in einer seiner Schriften, betitelt „Die moderne Schule und die Gesundheit" veröffentlichte. Seine Beobachtungen, die er an Schülern eines Moskauer Gymnasiums machte, erstrecken sich auf vier Jahre, beginnend mit dem Jahre 1882. Es waren 216 Schüler, die er untersuchte.

Bezüglich der Krankheiten des Nervensystems hatte er in den acht Klassen folgende Resultate:

In den Vorbereitungsklassen	. .	8 %
Klasse I	. . . .	15 "
" II	. . . .	22 "
" III	. . . .	28 "
" IV	. . . .	44 "
" V	. . . .	27 "
" VI	. . . .	58 "
" VII	. . . .	64 "
" VIII	. . . .	69 "

Zum Glück sind es keine wirklichen Krankheiten, sondern einfache Nervenstörungen, in der Form von „Neurasthenie" mit übernormaler Reizbarkeit, Kopfweh, Neuralgie, Herzklopfen, Pollutionen, Störungen in den Geschlechtsorganen.

---

*) Zeitschrift für Gesundheitspflege, Nr. 6, 1890, S. 318.

Axel Key führt den Beweis, daß hauptsächlich das zu lange Sitzen den Knaben schadet, und daß man daher in den Schulen eine längere Zeit den freien Körperübungen einräumen müsse, ebenso auch eine längere Ruhepause nach dem Essen.

Aus den in den höheren Lehranstalten Schwedens angestellten Untersuchungen ergab sich, daß nur die Hälfte der Schüler ganz gesund befunden wurde.

Eine bei diesen Untersuchungen sich als unüberwindlich erweisende Schwierigkeit ist, daß wir nicht sagen können, wieviele von den Knaben gesund und wieviele krank sein würden, wenn sie nicht zur Schule gingen. Es wäre nicht vernünftig, zu verlangen, daß man sie nicht mehr zur Schule schicke, damit wir unsere Studien an ihnen machen können. Selbst wenn es derartige Knaben giebt, so würde es schwer werden, so viele zusammenzubringen, daß man aus ihnen ein Durchschnittsmaß finden könnte.

In Schweden arbeiten die Kinder in den Oberklassen 11—12, ja bis zu 14 Stunden täglich. Die Mädchen sind zu 36 % bleichsüchtig und zu ungefähr 10 % schief. Abgesehen von der Kurzsichtigkeit, fand Axel Key in den Schulen Schwedens und Dänemarks, daß fast 40 % der Kinder an chronischen Krankheiten leiden. Diese Erschöpfung und diesen Kräfteverfall der Kinder schreibt er der Ueberbürdung und den anstrengenden Schulaufgaben zu, mit denen sie gequält werden.

Auch in England, wenngleich dies Land alle anderen in Bezug auf Gesundheitspflege übertrifft, wird die Jugend durch übermäßige Gehirnarbeit geschädigt. Ballantyne, Professor für Kinderkrankheiten an der Universität Edinburg, veröffentlichte jüngst im „Lancet" eine Studie über die Ueberbürdung in England. Er sagt, daß für ihn das Ideal sei, den Kindern ebensoviel Zeit zum Spielen, wie zum Lernen

zu verwilligen, die Zeit gleichmäßig auf Körper- und Geistes-erziehung zu vertheilen. Er schlägt den Eltern vor, die Kinder aufs Land zu schicken, sobald dieselben im Schlafe von ihren Schulpflichten und Aufgaben sprechen. Die Ergebnisse dieser bedeutenden Schrift des Prof. Ballantyne sind in Folgendem ausgedrückt:*)

Die Gesundheitspflege in den Schulen zu vervollständigen und der physischen Entwickelung der Kinder mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden; mehr auf Abwechselung bei Zusammenstellung des Stundenplanes zu sehen, so daß die Kinder abwechselnd stehen und sitzen, schreiben und lesen, arbeiten und spielen; Einrichtungen in allen Schulen, wodurch die Kinder verhindert werden, in nassen Schuhen und Strümpfen den Stunden beizuwohnen; häufiges Wechseln der Schulräume, so daß die Kinder in andere Luft kommen; Anwendung großer illustrirter Wandtafeln; Abschaffung der bis jetzt üblichen Ferienarbeiten.

Ein Versuch, welcher wohl die größte Beachtung verdient, wurde von Ch. Paget in England gemacht.**) Da ihn die Fortschritte einer seiner Klassen nicht befriedigten, theilte er sie in zwei Sektionen. In der einen wurde die übliche Methode des Lehrens beibehalten, in der andern wurde die eine Hälfte des Tages zum Unterrichten, die andere zum Spielen auf einer mit Bäumen bestandenen Wiese benutzt. Das Ergebniß am Ende des Semesters war, daß die Schüler, welche die Hälfte der Schulzeit im Freien gespielt hatten, die in der andern Sektion befindlichen an Fleiß übertrafen und in den Lehrgegenständen bessere Zeugnisse aufzuweisen hatten.

Besonders in den Gymnasien fordert die Ueberbürdung viele Opfer. Auf der Universität, ausgenommen zur Zeit

*) Zeitschrift für Schulgesundheitspflege, 1891, S. 114.
**) Journal for Education, Oct. 1884.

der Examina, kann man sagen, erfreuen sich die meisten Studenten einer Erholungszeit. Aber auch für die niederen Lehranstalten fürchten Manche, daß das Urtheil zu strenge lautet, wenn die Arbeit, welche die Schulkinder zu leisten haben, als eine Ueberbürdung hingestellt wird. Prof. Luys*) z. B. glaubt, daß das geringe Interesse, welches die Kinder dem Lehrstoff entgegenbringen und die Kürze der Lehrstunden schon ein Hinderniß für ihre Uebermüdung bilden. In Bezug auf die Schularbeiten der Kinder ist dasselbe eingetreten, was sich mit der Fabrikarbeit der Frauen und Kinder zutrug: nämlich, während sich Schränke anfüllen ließen mit allen den Untersuchungen, Berichten und Veröffentlichungen, die über diesen Gegenstand gemacht wurden, ist der Zweifel aufgetaucht, ob Statistiken und Vergleiche auch von Werth seien, da sich ergebe, daß Alles aus einer einzigen Ursache, der Anstrengung des Gehirnes, herzuleiten und als eine Folge vieler zusammenwirkender Ursachen zu betrachten sei.

III.

Diogenes Laertius erzählt, daß Theophrast sterbend seinen Schülern auf die Frage, ob er ihnen kein Andenken hinterlasse, geantwortet habe: „Lebet glücklich und begebt euch der Studien, welche große Anstrengung erfordern, oder pfleget sie so, daß sie Euch Ruhm einbringen."

Dies ist ein Rath, welchen die Väter und Lehrer niemals vergessen sollten. Die Jünglinge, welche der Anstrengung nicht gewachsen sind, mögen eine Kunst oder ein Handwerk pflegen, wozu eine nicht allzu starke Gehirnanstrengung nöthig ist; das wird das Beste für sie sein.

---

*) A. Riant, Le surménage intellectuel, Paris 1889, pag. 197.

Die Strenge, welche bei den Gymnasialprüfungen gehandhabt wird, ist ebenso am Platze, wie die beim Militär stattfindenden ärztlichen Untersuchungen, welche verhindern, daß waffenunfähige Rekruten in die Regimenter eingestellt werden.

Die Physiologie kann nicht mit Sicherheit angeben, welcher Anstrengung das Gehirn fähig ist, ohne überbürdet zu werden, noch auch, welches die genaue Altersgrenze sei, wo ohne die Gefahr, seine Empfindlichkeit zu schädigen, ihm Lasten zugemuthet werden können. Vor dem sechsten Jahre ist es sicher niemals zuträglich, ein Kind in der Schule anzustrengen. Andererseits ist eine mäßige Geistesgymnastik der Entwicklung des Gehirnes zuträglich. Wir Physiologen sagen, daß ein Organ erst durch seine Thätigkeit sich ausbildet. Es liegt da vor uns ein schwer entwirrbares Netz von Ursachen und Wirkungen, welche ineinandergreifen, und es ließe sich ein ganzer Band über diese Frage schreiben. Unter Anderm hat man gesehen, daß die Schule eines der wirksamsten Mittel ist, den Zustand der Kretins, da, wo diese Krankheit endemisch ist, zu bessern. Man muß das Gehirn bearbeiten, so wie man ein Feld bearbeitet, um es nicht verwildern zu lassen. In dem Augenblick jedoch, wo das Lernen ermüdet, hört seine Nützlichkeit auf. Wir sollen das Gehirn immerfort in Thätigkeit erhalten, aber es niemals übermüden.

Zur Richtschnur für unsere intellektuelle Anstrengung darf uns nicht Das dienen, was andere leisten, sondern was wir selbst thun können. In den physiologischen Grenzen ist die intellektuelle Arbeit sicherlich dem Gehirne zuträglich, wie es die von Beard veröffentlichten statistischen Daten darthun, welcher Schriftsteller sich in einem bedeutenden Kapitel über „die Lebensdauer der geistigen Arbeiter" verbreitete.*)

*) M. Beard, American nervousness with its causes and consequences.

„Die Geschichte des menschlichen Fortschritts“, sagt Beard, „aus dem Zustande der Wildheit zur Barbarei, von dieser zur Gesittung, von den niedrigsten Stufen zu den höchsten, ist die Geschichte der Zunahme der Durchschnittszahlen der Lebensdauer, eine Zunahme, welche derjenigen der Nervosität entspricht und sie begleitet. Die Menschheit ist zarter und zugleich widerstandsfähiger geworden, empfindlicher gegen Ermüdung und ausdauernder bei der Arbeit; eindrucksfähiger, aber auch vermögend, mächtige Erregungen zu überwinden. Wir sind aus feineren Fasern aufgebaut, die, obschon sie zarter scheinen, dennoch dauerhafter sind als die derben, gerade so, wie die kostbaren Kleider länger halten, als die aus grobem, gewöhnlichem Gewebe gefertigten.“

Rousseau sagt: l'homme qui pense, est un animal dépravé. Dies ist ein Trugschluß, wie so viele andere, von denen die Werke Rousseau's voll sind, und in seinen Schriften sind andere Behauptungen zu finden, die das Gegentheil sagen. Rousseau hatte von Geburt an ein abnormes Nervensystem und die übermäßige Geistesthätigkeit trug ohne Zweifel dazu bei, seine psychologischen Verhältnisse zu verschlimmern. In meiner Jugend hatte ich die Nouvelle Héloise, den Emile, die Confessions von Rousseau gelesen und sie hatten mir gefallen. Ich wollte sie vor einigen Jahren wieder lesen und wurde im höchsten Grade enttäuscht, ja, ich empfand fast einen Widerwillen dagegen, ähnlich dem, welchen man bei der Autopsie einer geliebten Person empfindet. Vielleicht hing meine Kälte auch von meiner eigenen Seelenstimmung ab, welche so verschieden von der vor zwanzig Jahren war. Diesmal las ich Rousseau's Werke, um zu sehen, ob er ein Neurastheniker gewesen sei, und ich überzeugte mich, daß er wirklich ein krankes Gehirn gehabt hat. Seine Untugend des Herumwanderns, das Fehlen eines moralischen Gewissens, seine übertriebene Empfindsamkeit, sein Mißtrauen, seine

Liebesabenteuer, die seltsamen Lebensschicksale, ja selbst die Art, wie er starb, lassen ihn als einen Mann erscheinen, der eher Mitleid als Bewunderung verdient.

IV.

Als Cervantes seinen Don Quixote geistesgestört machen wollte, ließ er ihn viel lesen und wenig schlafen; dies schwächte sein Gehirn und der gesunde Menschenverstand ging dabei verloren; von da an datiren die sublimen Thorheiten, welche uns bekannt sind.

Die Ermüdung der Augen bildet einen schwerwiegenden Faktor. Ich erinnere mich eines Freundes, welcher eine Arsenikkur brauchte wegen eines lästigen Kopfwehs, von dem er schon ein Jahr lang gequält wurde. Nachdem er einen Kollegen konsultirt hatte, stieg der Verdacht in ihm auf, daß seine Sehkraft gelitten haben könnte, und daß eine vorzeitige Presbyopie bei ihm eingetreten sei; er ließ das Arsenik fort, kaufte sich eine Brille zum Lesen und war bald darauf wieder hergestellt.

Die Ueberbürdung ist bei Schriftstellern weniger häufig als man glaubt, weil der Gelehrte ausruhen kann, wenn er ermüdet ist. Für Experimentirer und bildende Künstler liegen die Verhältnisse noch günstiger; sie wechseln ab mit Handarbeit und geistiger Ueberlegung, mit Lesen und Schreiben. Aber auch unter den Künstlern kenne ich charakteristische Beispiele von geistiger Ueberarbeitung. Bei ihnen stellt sich Ueberbürdung des Gehirnes ein durch das anhaltende Beschauen der vor ihrem geistigen Auge stehenden Bilder, ehe dieselben noch durch Pinsel oder Meißel auf die Leinwand oder den Stein übertragen sind. Ich will hier nur eines anführen, und zwar das von Dupré, das um so wichtiger ist, als hier

die Ueberarbeitung ausschließlich durch das Ueberlegen eines einzigen Gegenstandes herbeigeführt wurde. Ich kann diese Thatsache nicht besser beschreiben, als mit Dupré's eigenen Worten, der ein gesunder, kräftiger Mann war, mit Ausnahme eines Hanges zur Schwermuth, der ihn zuweilen seine Fähigkeit, die Schwierigkeiten in seiner Kunst zu überwinden, unterschätzen ließ. Dies sind seine Worte:*)

„Ich legte also Hand an die Gruppe der Pietà und obgleich die Neuheit des Gedankens und die Harmonie der Linien mich auf ein Gelingen des Werkes hoffen ließen, so verursachte doch der Feuereifer, mit dem ich zu arbeiten anfing, und die Schwierigkeit, den Ausdruck im Gesicht der Jungfrau so zu treffen, daß er einen Gegensatz zu der göttlichen Ruhe des todten Jesus bilde, eine solche Erschütterung in meinem armen Kopfe, daß ich anfing Geräusche zu hören, die, allmählich an Stärke zunehmend, mich so betäubten, daß ich die Arbeit einstellen mußte. Da ich sie nun nicht weiter fortsetzen konnte, nagte der Gedanke meiner Unfähigkeit so stark an mir, daß er Schwermuth, Schlaflosigkeit und Widerwillen gegen Speise herbeiführte. Mein Freund, Dr. Alberti, der mich behandelte, rieth mir, Ausspannung von der Arbeit und Zerstreuung. Aber welche Zerstreuung, da mich Alles langweilte? Meinen Kopf fühlte ich Tag und Nacht eingenommen von einem ununterbrochenen, lästigen Dröhnen, und was noch schlimmer war, die unbedeutendsten Geräusche und Stimmen waren mir unerträglich. Wenn ein Kutscher mit der Peitsche knallte, erschrak ich, und floh, sobald ich einen sah; zu Hause mußten meine arme Frau und die Kinder ganz leise, ja zuweilen nur durch Zeichen sich verständigen.

„Wie gesagt, ich hatte keinen Schlaf mehr und keine

---

*) Ricordi autobiografici di Giov. Dupré, pag. 358.

Lust am Essen und wurde zusehends mager; ich konnte keine zwei Seiten anhaltend lesen; an Schreiben durfte ich erst recht nicht denken; ich ging hinaus, um meiner Schwermuth zu entgehen, und lief lange Zeit, ohne zu wissen, wohin; das Dröhnen im Kopf, die Geräusche in der Straße wurden mir zur Qual. Wenn ich einen Bekannten sah, wich ich ihm aus, um nicht die gewöhnliche, lästige Frage nach meinem Befinden beantworten zu müssen.

„Ging ich ins Atelier, so verwandelte sich die Schwermuth in empfindlichen Schmerz beim Anblick meiner Arbeiten, die ich nicht beenden konnte, und mein Herz zog sich so schmerzlich zusammen, daß ich bittere Thränen vergoß. Dieser Zustand war nicht länger zu ertragen. Auf Anrathen meines Arztes beschloß ich mit meiner Familie nach Neapel zu reisen."

Die Erschöpfung kommt dagegen äußerst häufig bei Geschäftsleuten und Politikern vor. Als Beweis hierfür genügt an die traurigste der Wirkungen zu erinnern, welche Gehirnanstrengung hervorbringt, an den Wahnsinn. Prof. Andrea Verga hat in seiner Schrift: „Il bilancio della pazzia in Italia" (Die Bilanz des Irrsinns in Italien) eine Abschätzung über die Irren während der Jahre 1874—1888 gesammelt und gefunden, daß die Israeliten das größte Kontingent stellen, da bei ihnen das Verhältniß 3 ‰ übersteigt. Dieser größere Beitrag, den die Juden zu den Bewohnern der Irrenhäuser liefern, ist in allen europäischen Ländern nachweisbar; „und dies ist", sagt Verga, „der fieberhaften Unruhe zuzuschreiben, mit welcher der starke und kluge semitische Volksstamm seinen Interessen nachgeht."

Aber die amerikanischen Politiker überwiegen in beträchtlicher Zahl noch die europäischen Juden. Im Distrikt Columbia, dem Sitze der Regierung, kommen 5,20 auf tausend

Irre. Ich habe diese Ziffern den von Schribner*) veröffentlichten Tabellen entnommen und kenne die Ursache einer so ungeheuren Zahl nicht. Der Staat Vermont, der zunächst folgt, was die Häufigkeit des Wahnsinns betrifft, zählt nur 3 ‰. In Texas und den andern Staaten der amerikanischen Union geht der Procentsatz bis auf 0,9 und 0,5 ‰ zurück.

Schon Pinel, der Gründer der modernen Psychiatrie, welcher gegen Ende des vorigen Jahrhunderts Professor für Geisteskrankheiten in Paris war, führt den Beweis, daß politische Umwälzungen in dem Nervensystem einer Nation tiefgehende Störungen hervorrufen und die Zahl der Irren vermehren. Der letzte Bürgerkrieg Amerikas brachte für diese Thatsache eine traurige Bestätigung und es wurden hierüber wichtige Beiträge veröffentlicht. Unter Anderm verdient die Schrift von Professor Stokes angeführt zu werden, welche die seltsamsten psychologischen Dokumente enthält.**)

Die Sklerosis des Gehirnes tritt oft in Folge andauernder Gemüthsbewegungen und übermäßiger Geistesarbeit ein. Wie eine Lähmung des Rückenmarks eintritt als eine Folge anstrengender Märsche, so giebt es auch eine Lähmung des Nervensystems, das sich in Folge von Ueberanstrengung des Gehirnes einstellt. Ich werde auf dieses Thema zurückkommen, wenn ich zwischen den Phänomenen der Muskelermüdung und denjenigen der Nervenermüdung einen engeren Vergleich anstellen werde.

---

*) Schribner, Statistical atlas of the United States, 1880.

**) Die amerikanische und englische medicinische Literatur hat einen großen Beitrag zu dem Studium der Ueberbürdung geliefert. Ich erinnere unter Anderm an das von Prof. H. Wood geschriebene Werk (Brainwork and overwork, Philadephia 1880) und das von Richardson (Diseases of modern life, London 1876).

V.

Mit wenigen Ausnahmen reiben sich die Politiker schnell auf und altern früh.

Die gesammelten Briefe Cavour's sind voll von Andeutungen über schlaflose Nächte, über große Abnutzung des Körpers und Geistes, woran die politischen Kämpfe schuld waren. Gleich nachdem das Gesetz über die Aufhebung der geistlichen Orden angenommen war (um nur ein Beispiel anzuführen), schrieb er an Herrn de la Rive in Genf von Leri aus:

„Après une lutte acharnée, lutte soutenue dans le Parlement, dans les salons, à la Cour comme dans la rue, et rendue plus pénible par une foule d'événements douloureux, je me suis senti à bout de forces intellectuelles et j'ai été contraint de venir chercher à me retremper par quelques jours de repos. Grâce à l'élasticité de ma fibre, je serai bientôt en mesure de reprendre le fardeau des affaires, et avant la fin de la semaine je compte être revenu à mon poste.“*)

In den Briefen Camillo Cavour's ist mir eine treffende Bemerkung aufgefallen, welche er mehrmals anwendet, um einen physiologischen Begriff anzudeuten, nämlich die Nothwendigkeit des Ausruhens nach einer übermäßigen intellektuellen Anstrengung. Er sagt, man muß das Gehirn „brach legen" wie ein Feld, das man unbebaut läßt, um im nächsten Jahre wieder erfolgreich darauf säen zu können.

Ein anderer unserer größten Staatsmänner, dessen Leben durch übermäßige Arbeit aufgerieben wurde, war Quintinus

*) Epistolario di C. di Cavour, raccolto da L. Chiala. Pag. CLIV. Vol. II, pag. 114.

Sella. Als Freund war ich oft in seinem letzten Lebensjahre bei ihm und eilte, einer der ersten, an sein Sterbebett. Ich war ihm durch Dankbarkeit verbunden, aber ebenso groß war meine Bewunderung für ihn. Die Krankheit, an welcher er starb, und die ich in ihren Einzelheiten beobachtete, hinterließ mir die Ueberzeugung, daß sie durch übermäßige Anstrengung des Gehirnes entstanden sei. Es war die andauernde und übergroße Ermüdung, welche langsam seine Kräfte aufrieb. Robust und mit großer Energie begabt, wollte er bis ans Ende kämpfen, und überschritt in seinem Eifer jene Grenze, wo es keine Wiederherstellung mehr giebt.

Ich erinnere mich, daß er mich um sieben Uhr Morgens zu sich bestellte, was für mich, der ich lange schlafe, besonders im Winter eine ungewöhnliche Stunde bedeutet; aber Abends nach Tisch befiel auch ihn die Müdigkeit, so daß er, vom Schlaf überwältigt, nicht mehr der Unterhaltung folgen konnte. Wie anders war er in den letzten Jahren, als zu jener Zeit, wo ich ihn zuerst in den Alpen und in den Diskussionen in der Academia dei Lincei gekannt hatte! Sein Wille, seine Energie, seine politische Haltung, Alles hatte sich erschöpft; wir forschten ängstlich in seinen Blicken und sorgten uns um ihn.

Ich befragte einige meiner Freunde, welche Ministerposten inne hatten. Einer derselben schrieb mir, daß das Beschwerlichste für ihn sei, Audienzen zu ertheilen. Wenn er des Abends, müde von der Tagesarbeit, viele Besuche empfangen müsse, und den Geist und das Gedächtniß zu den fernliegendsten Dingen zwingen müsse, so bereite ihm dies unerträgliche Qualen. Um genauer zu sein, führe ich hier ein Bruchstück aus einem seiner Briefe an: „Während weniger Monate sind meine schwarzen Haare weiß geworden. Ich habe wirklichen Gehirnschmerz empfunden, der nicht zu verwechseln ist mit Neuralgie, an welcher ich zuweilen auch leide. Es ist ein

dumpfer, tauber Schmerz, eine schmerzhafte Schwere, welche ich der wahren, wirklichen Ermüdung des Gehirnes zuschreibe. Den Höhepunkt bildete die Schlaflosigkeit, oder der unruhige, peinvolle Schlaf, aus dem meine Frau mich öfter weckte, weil sie glaubte, ich sei krank. Der Magen war schwach. Ich hatte nicht den geringsten Appetit und die Manneskraft war geschwunden."

Einen andern meiner Freunde, welcher mehrere Jahre lang Minister war, bat ich, mir einige Angaben zu machen über die Verhältnisse seines Organismus während einer langen, lebhaften Parlamentsdebatte, welche er durchzukämpfen hatte, um ein von ihm eingebrachtes Gesetz zu vertheidigen. Er antwortete mir Folgendes: „Mein moralischer Charakter war ein anderer geworden und ich litt unter einer außerordentlichen nervösen Reizbarkeit. An Stelle meiner gewöhnlich heitern Laune und meines liebevollen Familiensinnes waren Einsilbigkeit und Reizbarkeit getreten; es wäre vielleicht ein ernsterer, krankhafter Zustand daraus geworden, wenn nicht Freunde, die von meiner Familie inständig gebeten waren, mich gezwungen hätten, von den Geschäften zurückzutreten und auf das Land zu gehen.

„Die Ernährung war zurückgegangen, nicht die Energie der Muskelkraft; beim Herannahen des Abends schien es mir, als könne ich mich nicht vom Stuhl rühren. Meine Sehkraft litt über Gebühr und plötzlicher Schüttelfrost packte mich."

Diese Angaben, welche die Wirkung kennzeichnen, die eine erdrückende, anhaltende Arbeit ausübt, sind um so wichtiger, als es sich hier um einen Mann von großer Thatkraft und bedeutender Leistungsfähigkeit handelt, welcher in seinen besten Jahren und gestählt durch parlamentarische Kämpfe, das Ruder führte.

Um noch andere Daten über Gehirnüberbürdung, wie sie

bei Politikern vorkommt, zu sammeln, mußte ich die Gefälligkeit einiger meiner Kollegen in Anspruch nehmen, welche mit solchen Kranken häufig zu thun haben.

Herzkrankheiten und neurasthenische Zustände verschlimmern sich bei den Deputirten, welche an den Debatten der Kammer theilnehmen, sehr rasch. Ich führe einige der klinischen Berichte über Staatsmänner hier an, so wie sie mir von meinen Freunden übermittelt wurden.

Ein sehr thätiger Abgeordneter unterliegt von Zeit zu Zeit der intellektuellen Anstrengung und muß seine Zuflucht zum Arzt nehmen. Die ersten Anzeichen der Ueberarbeitung sind bei ihm Schlaflosigkeit und Kopfweh; aber dies genügt nicht, ihn im Eifer seiner politischen Geschäfte aufzuhalten. Erst dann wird ihm seine Erschöpfung klar, wenn er am Ende einer Sitzung des Abgeordnetenhauses sich nicht mehr erinnert, was bei Beginn derselben geredet wurde; dann erschrickt er und wird muthlos, weil er sich kampfunfähig geworden fühlt. Der Schlaf nützt wenig, weil er fortwährend von den Kammerverhandlungen, von seinen Bureaugeschäften oder Kommissionen träumt. Dies ist eins der bedenklichsten Symptome der Ueberbürdung des Gehirnes.

Wer von den Sorgen und Beschäftigungen des Tages bis in die nächtlichen Träume hinein verfolgt wird und beim Aufwachen fühlt, daß der Schlaf nicht hingereicht hat, ihn zu stärken, hat nicht nöthig, mit dem Arzt zu sprechen; er muß sich nur zerstreuen, sonst werden schwerere Uebel daraus entstehen.

Ein anderer Abgeordneter, welcher sich übermäßig bei den Verhandlungen der Kammer ermüdet hatte, wurde bei Gelegenheit eines officiellen Banketts, wo er sprechen sollte, dermaßen von Herzklopfen heimgesucht, daß er seine Rede nicht halten konnte, und sich darauf beschränken mußte, einen

Trinkspruch, aus wenigen Worten bestehend, zu halten. Von dem Tage an trat das Herzklopfen in immer häufigeren Anfällen auf, und Uebelkeit stellte sich ein, wenn er genöthigt war, am Schreibtisch zu arbeiten. Er litt an Schlaflosigkeit und starkem Zittern der Hände und Beine, das plötzlich über ihn kam, wenn er vor dem Publikum stand. Zuweilen wurde der Anfall so stark, daß er sich während einer Rede setzen mußte, weil ihm das Zittern in den Beinen zu quälend wurde. Der kleinste Diätfehler rief Diarrhoe hervor, welcher Zustand zwei oder drei Tage andauerte.

Alle diese Erscheinungen sind um so charakteristischer, als es sich hier um einen Mann von kräftiger Körperbeschaffenheit handelt, ohne erbliche Präcedenzien, welcher sich immer einer guten Gesundheit erfreute, ehe er ins politische Leben trat. Er beklagte sich beim Arzte, reizbar geworden zu sein, und für ihn, der immer guter und friedfertiger Natur gewesen war, bedeutete ein jeder Zornesausbruch eine Demüthigung; er mußte sich zurückziehen und einen Arzt konsultiren.

In den Bureaux der Kammer war es ihm nicht möglich zu schreiben, wenn irgend Jemand in seiner Nähe war, auf den er Rücksicht zu nehmen hatte.

Da er nicht den Muth hatte, seine ernsten Beschäftigungen zu unterbrechen und sich krank zu melden, verschlimmerte sich sein Zustand immer mehr, bis er schließlich eine Veränderung an sich bemerkte, wenn er in der Kammer redete. Sein Redefluß war schneller geworden und es kam vor, daß er Silben, ja ganze Worte ausließ, ohne es zu bemerken. Es schien ihm, als habe er ein weniger gutes Gedächtniß, weil die Gedanken sich vor sein geistiges Auge drängten und gleich wieder schwanden, was für ihn die größte Qual war; denn da er eine lebhafte Phantasie und einen großen

Vorrath von Worten und Bildern hatte, wurde seine Rede dadurch nur schlecht und verworren. Von Zeit zu Zeit sprach er ungewöhnlich rasch, und ohne gerade Fehlerhaftes hervorzubringen, war aus seiner Aussprache und seinem Suchen nach dem richtigen Wort zu entnehmen, daß er nicht mehr im Normalzustande war. Das Körpergewicht nahm in kurzer Zeit um 15 Kilogramm ab, Nachts litt er an Schlaflosigkeit und an reichlichem Schweiße. Ein Monat der Ruhe und Pflege genügte, um alle diese Symptome zum Verschwinden zu bringen und die Verhältnisse der Ernährung im Allgemeinen zu bessern.

Einer meiner Freunde, ein Nichtarzt, welcher weiß, daß ich Beobachtungen über intellektuelle Ermüdung sammele, erzählte mir von einem Deputirten, mit welchem er auf der Heimreise von Rom aus zufällig zusammentraf. Dieser Deputirte hatte ihm den Eindruck eines Menschen mit vollständig erschöpftem Gehirn gemacht, und er fragte mich, ob es die Symptome einer ernsten Krankheit seien, die er beobachtet habe, oder nicht vielmehr eine Schwächung des Geistes durch übermäßiges Arbeiten. Beim Sprechen verlor dieser Abgeordnete fortwährend den Faden der Rede. Die kleinste Abschweifung, eine Parenthese von wenigen Worten genügten schon, um ihn aus dem Koncept zu bringen, ohne daß es ihm möglich gewesen wäre, wieder in Zug zu kommen. Sodann hatte er zeitweise vergessen, daß sie Studienfreunde gewesen waren, und ihn „Sie" angeredet. Mein Freund hatte ihn einigemale darauf aufmerksam gemacht und die Sache ins Scherzhafte gezogen, aber dann die Sache aus Mitleid auf sich beruhen lassen, sich weiter mit Sie anreden lassen und ihn nicht mehr in seinen unzusammenhängenden Reden zu verbessern gesucht. Ich weiß, daß dieser Herr von neuem in die Kammer gewählt wurde, und muß annehmen, daß er keine schwere Krankheit des Nervensystems gehabt hat, son-

dern, daß sein Zustand vielmehr die Folge von Ueberbürdung des Gehirnes war.

Einer meiner Kollegen machte mich darauf aufmerksam, daß viele Politiker den Infektionskrankheiten schnell unterliegen und jung sterben, und daß dies dem geschwächten Zustande des Nervensystems zuzuschreiben ist.

Ich schließe diesen Band mit der Bemerkung an den geneigten Leser, daß ich noch sehr Vieles über Gehirn- und Muskelermüdung zu sagen habe, und solches auch seiner Zeit zu thun gedenke.



Leipzig. Druck von Grimme & Trömel.

